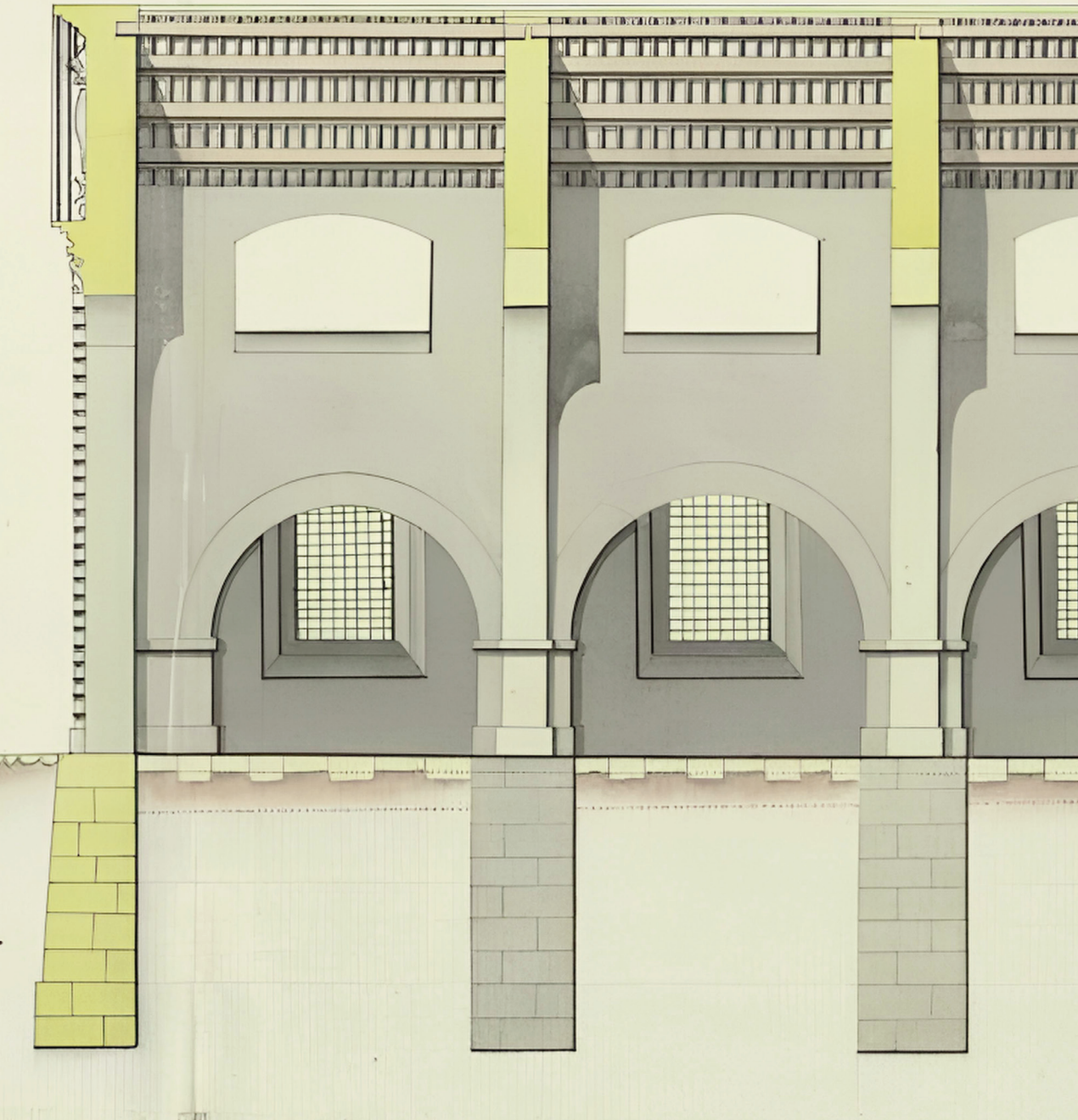
Actas del Decimocuarto Congreso Nacional y
Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la construcción

Cartagena, 8 a 11 de abril de 2026

Volumen II



Textos sobre Teoría e Historia de las Construcciones
Colección dirigida por Santiago Huerta

M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Buchanan et al. (Eds.). **Robert Willis. Science, Technology and Architecture in the Nineteenth Century**
A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
A. Choisy. **El arte de construir en Roma**
A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**
A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**
A. Choisy. **Historia de la arquitectura**
J. I. Del Cueto et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
P. Fuentes e I. Wouters (Eds.). **Brick vaults and Beyond. Transformation of a historical structural system**
I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**
J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**
A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**
J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**
J. Heyman. **El arco de fábrica**
J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**
J. Heyman. **Equilibrio de cáscaras**
J. Heyman. **Geometry and Mechanics of Historic Structures**
J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**
J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**
J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**
J. Heyman. **Vigas y pórticos**
S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas**. **Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica**
S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del XI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**
S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**
S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**
J. Ibáñez (Coord., Ed.). **Trazas, muestras y modelos de tradición gótica en la Península Ibérica, siglos XIII al XVI**
J. Ibáñez y B. Alonso. **El cimborrio en la arquitectura hispánica medieval y moderna**
J. M. Molero et al. (Eds.). **La construcción fortificada medieval**
J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas** (en preparación)
J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**
P. Plasencia-Lozano et al. (Eds.). **Actas del IV Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
E. Prieto et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**
H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**
A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**
E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**
R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

***

La casi totalidad de los libros está en Acceso Abierto (open access) en *Internet Archive* (https://archive.org/details/texts)

Actas del XIV Congreso Nacional y
VI Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Decimocuarto Congreso Nacional y Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Cartagena, 8–11 abril de 2026

Organizado por

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
Universidad Politécnica de Cartagena

Directores

Pau Natividad Vivó y Macarena Salcedo Galera

Presidente de la SEdHC

Santiago Huerta

Comité de Honor

Juan María Vázquez Rojas. *Consejero de Medio Ambiente, Universidades, Investigación y Mar Menor de la Región de Murcia*
Mathieu Kessler Neyer. *Rector de la Universidad Politécnica de Cartagena*
Fernando Miguel García Martín. *Director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación*
Ricardo Aroca Hernández-Ros. *Primer Presidente de la SEdHC*

Comité Organizador

Rosario María Baños Oliver
José Calvo López
Pedro Enrique Collado Espejo
Ricardo García Baño
Juan José Jorquera Lucerga
Vincenzina La Spina
Francisco Mamani Fuentes
David Navarro Moreno
Raffaele Pérez

Comité Científico

Presidente: Santiago Huerta

Nacional
Antonio Almagro Gorbea
Inmaculada Aguilar Civera
Rircardo Aroca Hernández-Ros
Jorge Bernabéu Larena
José Calvo López
Pepa Cassinello
Miguel Ángel Chamorro Trenado
Manuel Durán Fuentes
Paula Fuentes González
Rafael García García
Ignacio Javier Gil Crespo
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Vincenzina La Spina
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Pau Natividad Vivó
Elena Ortueta Hilberath
Francisco Pinto Puerto
Pedro Plasencia Lozano
Enrique Rabasa Díaz
Esther Redondo Martínez
Antonio Ruiz Hernando
Macarena Salcedo Galera
Alberto Sanjurjo Álvarez
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragozá Catalán

Internacional
Bill Addis (Reino Unido)
Ignacio Arce (Jordania)
María de las Nieves Arias Incolla (Argentina)
Eugenia Azevedo Salomao (Brasil)
Tamara Blanes (Cuba)
Alessio Bortot (Italia)
Dirk Bühler (Alemania)
Mónica Cejudo Collera (México)
María Teresa Como (Italia)
Xavier Cortés de la Rocha (México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Milagros Flores Román (Puerto Rico)
Virginia Flores Sasso (Rep. Dominicana)
Jorge Galindo Díaz (Colombia)
Alberto Herrera (Colombia)
Pedro Augusto Hurtado Valdez (Perú)
María Carlota Ibañez (Venezuela)
Benjamín Ibarra Sevilla (México, EE. UU.)
Fabian López Ulloa (Ecuador)
Sandro Maino (Chile)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Sandra Negro Tua (Perú)
Esteban Prieto Vicioso (Rep. Dominicana)
Mónica Silva Contreras (México)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)
Isabel Rigol (Cuba)
Linda Roca Pezzotti (Rep. Dominicana)
Letzai Ruiz Valero (Venezuela)
Luis A. Torres (México)
David Wendland (Alemania)

Actas del Decimocuarto Congreso Nacional y
Sexto Congreso Internacional Hispanoamericano de

Historia de la Construcción

Cartagena, 8 – 11 de abril de 2026

Edición a cargo de:
Pau Natividad Vivó
Macarena Salcedo Galera
José Calvo López
Santiago Huerta

Volumen II

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación
de la Universidad Politécnica de Cartagena

© Sociedad Española de Historia de la Construcción
ISBN: 978-84-09-84450-0
Depósito legal: MU 414-2026
Portada: Arsenal de Cartagena. Perfil cortado desde el Dique Grande a los Molinos de las Bombas. Archivo General de Simancas. Detalle
Fotocomposición e impresión: GRACEL ASOCIADOS S.L.L.

Índice

Volumen I

Prólogo *Pau Natividad Vivó, Macarena Salcedo Galera, José Calvo López* xi

Acale Sánchez, Fernando. La construcción del Gobierno Militar de Cartagena 1

Addis, Bill. Aprendiendo sobre la comprensión estructural y los métodos de diseño a lo largo de la historia a través de peritajes e investigaciones públicas 13

Alonso Hernández, Jorge Ernesto. Desplazamiento vertical de una casona catalogada en la Ciudad de México 25

Antuña Bernardo, Joaquín; David Sanz; Cristina Mayo Corrochano. 125 aniversario del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales: El archivo del Laboratorio 35

Arteaga Botero, Gustavo Adolfo. Cimentaciones en la colonia temprana. Colonización productiva andina y las transiciones técnicas en Colombia 45

Atienza Fuente, Javier. Elementos latericios singulares pertenecientes a la bóveda del apodytherium del complejo termal monumental de la ciudad hispanorromana de Valeria (Cuenca) 53

Azevedo Salomao, Eugenia María. Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, siglo XX. Tradición constructiva y llegada del concreto armado 61

Bares, María Mercedes. Construcciones oblicuas en la Roma del siglo XVI. Orígenes y trayectoria 71

Bargón García, Marina. El oficio de paredero y la construcción en piedra seca en Alburquerque durante el siglo XX: la familia Bargón 83

Bellido Pla, Rosa; Ana Escobar González. Las puertas de la muralla de Burgos. Una aproximación histórico-constructiva 93

Bühler, Dirk. Los ingenieros del Ferrocarril Mexicano en la transferencia de conocimientos en la construcción 107

Camino Olea, María Soledad; Marta Andrés Ferrero; Alejandro Cabeza Prieto. La construcción de la ornamentación de las fachadas de ladrillo al descubierto de finales del siglo XIX y principios del XX. El caso de la ciudad de Valladolid 117

Cano Murillo, Enrique Martín; Pedro Tlatoani Molotla Xolalpa. Escuela Primaria Benito Juárez (1928-1933), Colonia Bellavista, Ciudad Juárez, Chihuahua 127

Carmona-López, Laura; Mathias Häcki. El puente medieval de Frías: análisis geométrico de sus arcos 137

Cejudo Collera, Mónica; Pedro Gómez Molina. El manejo hídrico en la Nueva España durante el siglo XVIII. Las presas, diques y acueductos de ingenieros militares 145

Chacón Guerrero, María del Carmen. Sistemas constructivos de las murallas de Córdoba: el caso del recinto de la Axerquía 155

Chiovelli, Renzo; Giulia Maria Palma; Vania Rocchi. Il puzzle architettonico della cattedrale di Viterbo ricomposto mediante l'indagine delle sue tecniche costruttive (805-1956) 167

Chu, Minghong. La bóveda por esquinas: la técnica constructiva y su transmisión en la Ruta de la Seda 177

Contreras Lara, Carla Adriana. Diseño de estructuras neogóticas en México: Entre la manufactura y la fe 189

Contreras Padilla, Alejandra. El Templo de Loreto en la ciudad de México y el cambio de paradigma en la geometría y el equilibrio de los edificios religiosos virreinales 197

Correa, María Victoria; Liuba Alberti; Pablo Lacoste; Juan Blánquez. Obras de Restauración en el Pukará de Lasana a Mediados del Siglo XX 207

De Angelis, Arianna. La historia italiana de las bóvedas tabicadas: actualización del estado del arte y nuevas perspectivas de investigación 217

De Jesús Gallegos Ruiz, Eder Antonio. Antemural de las Indias: obras de reparo de las estructuras estratégicas militares en Manila, siglo XVIII 227

Del Cueto, Beatriz. Una relación simbiótica única entre arquitecto y constructor en el Caribe hispano 235

Díaz del Campo Martín-Mantero, Ramón V. Miguel Fisac: experimentación con hormigón en un lugar de La Mancha 249

Etxepare Igiñiz, Lauren; Itziar Rodríguez Oyarzabal; Iñigo Lizundia Uranga. La Escuela de Arquitectura de San Sebastián (1988). Aspectos constructivos de un edificio de la Tendenza 259

Fernández Ramírez, Norbisley; C. Adela García Yero. Constructores, asociaciones y negocios de la construcción Camagüey (1898-1959) 271

Fuentes, Paula; Rosa Ana Guerra-Pestonit. La iglesia del Monasterio de Santa María de Armenteira y su cúpula de arcos entrecruzados 281

Gallart i Figueras, Quim; Miquel Àngel Chamorro Trenado. El castillo de Montgrí: tipología y detalles constructivos 293

García García, Rafael. De Jena al Evoluon, pasando por Novosibirsk, Matsuyama, Toronto y Niemeyer. Cúpulas laminares de hormigón con apoyo continuo 303

García Sáez, Joaquín Francisco. La torre de la iglesia de la Asunción de Almansa 315

Gil Crespo, Ignacio Javier; Estefanía Herrero García; Paloma Bel Borja. Historia de un arbotante: construcción, colapso y reformas históricas de la torre de la Zuda del Museo de Huesca 325

Gómez Capilla, Juan Manuel; Josefina García-León; Manuel A. Ródenas López. Estudio del Paisaje: la Ermita de San Sebastián y Cehegín 339

González Gottdiener, Isaura. Arte, ingeniería y arquitectura: la construcción del Espacio Escultórico y el Paseo de las Esculturas de la UNAM 349

González Servín, María Lilia. Sistema constructivo con carácter preventivo en hospitales de México al inicio del siglo XX 361

Hernández Hernández, Agustín. Análisis de deformaciones en estructuras históricas abovedadas de mampostería 371

Hidalgo Mora, Javier; Gracia López Patiño; Santiago Tormo Esteve. Relectura constructiva de la "Tortada" de Goerlich: estudio, análisis y clasificación de los restos de una arquitectura urbana desaparecida (Valencia, 1933–1961) 381

Huerta, Santiago. Consolidación estructural en el siglo XVI: Santa María La Antigua de Valladolid y Rodrigo Gil de Hontañón 389

Hurtado-Valdez, Pedro. La iglesia jesuita de la villa San Clemente de Mancera (Pisco) y la consolidación del sistema constructivo sismorresistente en la costa sur peruana a inicios del siglo XVIII 403

Iborra Bernad, Federico. El compás de cantero en la Edad Moderna 413

Jorquera Lucerga, Juan José; Maria E. M. Garlock. Paraguas octogonales: un experimento de Félix Candela 423

La Spina, Vincenzina; David Navarro Moreno. La reconstrucción resiliente tras desastres naturales: La riada de Santa Teresa de 1879 en Murcia (España) 431

Volumen II

López García, J. Jesús. Estructuras laminares de concreto armado: Plástica y técnica en la arquitectura de Aguascalientes, México 445

López-Pinto Marrero, José Victoriano. La Casa Franciscana en el Puerto de la Luz (1905–1910): Parte del legado de Hormigón Armado de Laureano Arrollo en Canarias 453

Maino Ansaldo, Sandro; Matías Correa Díaz; Erika Ramírez Lobos; Daniela Gil Brignardello. El análisis de daños y las propuestas de reconstrucción de edificios del siglo XIX en Valparaíso 463

Maira Vidal, Rocío. La bóveda aquitana en Salamanca y Ciudad Rodrigo: dos soluciones constructivas para una misma tipología 473

Mamani Fuentes, Francisco. Contra el albañil Antonio Cid: un litigio sobre la escasez de constructores en Santafé de Bogotá (1579-1580, Nuevo Reino de Granada) 485

Mancera Sánchez, Raquel. El puente de fábrica de la Hacienda Molino de Flores. Texcoco, Estado de México 491

Marrero, Alain. La Real Factoría de Tabacos de La Habana (1722 – 1821) 499

Martínez Aguilar, Gladys. Técnicas constructivas aplicadas en cimentaciones de las fortificaciones veracruzanas durante el siglo XVIII y principios del XIX 509

Mazzanti, Claudio. La tecnica costruttiva dei castelli medievali lungo il fiume Pescara 519

Mora Vicente, Gregorio Manuel. Variables para la asignatura Historia de la Construcción. Una experiencia en la Escuela Sevillana de Edificación 529

Moya Olmedo, Pilar; Núñez González, María. Puertas y puertos: La construcción portuaria y urbana de Sevilla y Veracruz en el siglo XVI a partir de sus dibujos 537

Muñoz Sánchez, Pedro A. Construcción y saberes compartidos: materiales y técnicas en la arquitectura conventual del siglo XVI en Puebla, México 547

Natividad Vivó, Pau; Rosario María Baños Oliver. El ochavo de Santiago en Jumilla: geometría y estereotomía 559

Negro, Sandra; Samuel Amorós. La construcción en las casas de morada limeñas en el Perú virreinal (1570-1687) 571

Pastrana Salcedo, Tarsicio. Sistemas constructivos para el manejo de agua en el antiguo convento de las Capuchinas en Querétaro México 581

Pérez de la Cruz, Francisco Javier; González Soutelo, Silvia; Carrillo Sánchez, José María. Termalismo antiguo y sistemas hidráulicos. Análisis de infraestructuras en la Hispania romana 591

Pinzón-Ayala, Daniel. Evolución constructiva durante el franquismo de un tipo de arquitectura militar: las casas cuartel de la Guardia Civil en el Levante español 599

Pitarch Roig, Maria; Laura Guiomar Mantecón Tagarro; Pasqual Herrero Vicent; Joaquín Alfonso Llorens. El castillo y el poblado de Jinquer. La arquitectura en la memoria y el paisaje de la sierra de Espadán 611

Plasencia-Lozano, Pedro; Rita Ruiz Fernández; Irene Méndez-Manjón; Rubén Alba-Álvarez. El reto de construir infraestructuras viarias en alta montaña: la carretera de Leitariegos (Asturias, 1861) 621

Pons-Poblet, Josep Maria; María Jesús Rosado-García; Alba Arboix-Alió. La importancia del Instituto Eduardo Torroja en la 'Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero' 635

Rabasa, Enrique; Ana López Mozo; Miguel Alonso. Bóvedas estrelladas sobre planta octogonal en la Península Ibérica. Relaciones y tipos 647

Redondo Martínez, Esther. Una discusión acerca del uso de bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la vega del Guadalete (Cádiz) 657

Rodrigues, Tiago. En Defensa del Territorio: Fortificaciones de Campaña en el Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián (1640-1763) 669

Rodríguez Martín, José Antonio; Sandra Sandoval González; Carmen Rodríguez Culiáñez. La piedra artificial en la arquitectura ecléctica y modernista de Cartagena 681

Román Kalisch, Manuel Arturo. Tipología constructiva del concreto armado en los edificios de equipamiento moderno en Mérida, Yucatán, México 691

Rotaeche Galiano, Miguel. Juan de Torija, el Quevedo de los arquitectos 701

Rouco Collazo, Jorge; José Mª Martín Civantos. Las técnicas constructivas de las fortificaciones andalusíes de la Alpujarra almeriense (siglos VIII-XV) 713

Ruiz Carmona, Jacinto; Juan Rey-Rey; Antonio Manuel Bueno Bleda. La edificación singular a principios del siglo XX en España. Aportaciones de Valentín Vallhonrat y Gómez 723

Salcedo Galera, Macarena; José Calvo López. Las bóvedas de ladrillo por hojas de la Torre del Homenaje de Aledo 733

Sánchez Rey, J. Agustín. La construcción de puentes en el siglo XVIII en España: procedimientos económico-administrativos 743

Sanchidrián Ramos, Irene; Julián García Muñoz; José Antonio Rodríguez López. Los concursos nacionales de albañilería en la España del franquismo 757

Sandoval Gómez, Francisco; Camilla Mileto; Fernando Vegas López-Manzanares. De la tapia a la mampostería: indicios de involución constructiva en la comarca del Noroeste de la Región de Murcia, España 767

Sanjurjo Álvarez, Alberto; María del Pilar Pastor Altaba; Rocío Carvajal Alcaide. Diseño y construcción de escaleras de caracol en las capillas y salas capitulares "hors d'oeuvre" en el tardogótico de la península ibérica 775

Sarmiento Ocampo, Jaime Alberto. Las mentiras piadosas –o las verdades ocultas– de Mies van der Rohe 787

Scibilia, Federica; Giulia Sanfilippo; Gabriele Grancagnolo. Daños, medidas de protección y reconstrucciones en la zona del Etna tras el terremoto de 1818. El caso de las iglesias de Acicatena (Catania, Italia) 797

Torres, Henry Eduardo. Herramientas, materiales y arquitectura del Perú precolombino: Estado de la cuestión 809

Torres Garibay, Luis Alberto. Sistemas constructivos de cubiertas en templos virreinales de Yucatán y Michoacán, México. Análisis comparado 819

Valverde Abril, Javier. El pósito de Córdoba: estructura y sistemas constructivos 829

Ventura Rodríguez, Hugo A. El Real Club Náutico de las Palmas, una obra pionera en el uso del hormigón armado en Canarias 1908-1909 839

Zaragozá Catalán, Arturo; Rafael Marín Sánchez. De la tapia al ladrillo. El pensamiento técnico en la Edad Moderna. El caso valenciano 849

Zayas Rubio, Lynne. De bosque y canteras al Movimiento Moderno: nacimiento y desarrollo del vecindario del Vedado 859

Zúñiga Alfaro, Álvaro; G. Gómez Zanabria. Estereotomía en muros, bóvedas y arcos de arquitectura doméstica en los siglos XVII y XVIII en la ciudad de Arequipa – Perú 871

Fernández Correas, Lorena. La muralla de Valencia: construcción y memoria. Una 'storytelling' de iconografía medieval 883

Índice de autores 895

Estructuras laminares de concreto armado: Plástica y técnica en la arquitectura de Aguascalientes, México

J. Jesús López García

La firma de zepelines Limousin, edificó los hangares para el guardado de aquellos en el aeropuerto de París-Orly, en el lapso de 1921-1923. El ingeniero civil francés Eugène Freyssinet, el cual a través de su propuesta estructural, constituyó una práctica técnica de potente configuración que se alzaría como un paradigma para que otros profesionales como Pier Luigi Nervi, Félix Candela (Del Cueto 2016, 7), o Gio Ponti, de tal manera que Freyssinet estimó que el perfil geométrico más atrayente «... era una bóveda formada por una lámina plegada constituida por 40 ondas de 7,5 m de anchura y 86 m de luz para cada hangar; la directriz de la onda es parabólica y el canto de la sección de 3 m en clave a 5,4 m en la base», (Fernández 1986, 69). A decir de José Antonio Fernández la construcción del perfil diseñado por el ingeniero Eugène, podemos inferir que otros peritos lo retomaron posteriormente, baste citar al constructor e investigador español, el ingeniero de caminos Eduardo Torroja Miret con obras paradigmáticas como la cubierta en forma de cúpula laminar de concreto del Mercado de abastos en Algeciras, provincia de Cádiz de 1935, y el Hipódromo de la Zarzuela en Madrid de 1941, o, en el caso del discípulo de Torroja, Félix Candela, quien continuó con algunos de sus conceptos y planteamientos.

Posteriormente, quizá, también se vería la aplicación directa en la capilla de San Francisco de Asís en Pampulha, Belo Horizonte, Brasil, en 1943, por el arquitecto Oscar Niemeyer quien proyectó formas originales con estructuras innovadoras y un fin práctico y útil para la liturgia católica

Es sintomático que abordemos a Fernández, ya que su formación profesional, al igual que la de Freyssinet, de ingeniero civil, percibió en la obra de éste, la propuesta plástica, así como la lógica constructiva-geométrica de los grandes ejemplos grecoromanos y de la Edad Media, con la idea en mente de que las dos disciplinas, arquitectura e ingeniería civil debería de ser un binomio indisoluble.

Lo anterior se ve reflejado en algunos edificios de Aguascalientes, tal como la utilización temprana del paraboloide en la capilla del Obispo y la Capilla Mayor, ambas en el Seminario Diocesano, y en el templo de Pabellón de Guadalupe en la cabecera municipal de Pabellón de Arteaga; por cierto, la triada diseñada por el arquitecto Francisco Aguayo Mora y las bóvedas de la segunda, fue calculada por el arquitecto Candela, en su compañía Cubiertas Ala. Con una solución similar a las iglesias referidas, el ingeniero Gonzalo González Hernández, proyectó y construyó el templo del Espíritu Santo. Finalmente, el arquitecto Mario Zermeño Herrera, experimentó el recurso de los paraguas en las cubiertas de los andenes de la Central Camionera.

Dos décadas, cincuenta y sesenta, fueron decisivas en los ensayos de las estructuras laminares de concreto armado en el estado acalitano.

J. Jesús López García – Universidad Autónoma de Aguascalientes

Arquitectura moderna XX hidrocálida

En los albores de la centuria pasada, aún pervivía una fase decimonónica, a la que le seguiría una de transición hasta llegar, en los años cuarenta a la modernidad arquitectónica, por el cual, en Aguascalientes podemos identificar tres periodos estilísticos-edificatorios, así como a sus protagonistas: La primera, en la cual resaltan las figuras del maestro de obras Refugio Reyes, y la del ingeniero-arquitecto Camilo E. Pani, levantando obras con reminiscencias eclécticas y la utilización de materiales tradicionales como el adobe, la piedra, la madera y la inserción de rieles metálicos en las cubiertas; en la segunda etapa, de transición, destacan el ingeniero Eduardo Treviño, el maestro de obras Sabino Anaya y el ingeniero Luis Ortega Douglas, quienes erigieron edificios con tipologías art déco, neo barrocas, neo indigenistas y neocoloniales, integrando a los materiales existentes, otros nuevos como el ladrillo, el concreto armado, el acero y el vidrio plano.

Para la década de los cuarenta, la utilización del concreto armado y el acero era de uso común en las obras importantes, basta referir las dos primeras fincas que dieron acceso a la modernidad arquitectónica en Aguascalientes, el González Vaca de 1940 por el ingeniero José Flavio Madrigal Rodríguez. (Figura 1) y el Sindicato Ferrocarrilero de 1941 (Figura 2), por el arquitecto Francisco Mario Treviño Villaseñor, ambos totalmente construidos con el sistema de columnas aisladas, trabes y losas, todas de concreto armado.

Figura 1. Vista del edificio González Vaca desde la esquina de la avenida Madero y Díaz de León (Archivo de J. Jesús López García)

Figura 2. El conjunto del Sindicato Ferrocarrilero, desde la acera sur de la avenida Madero (Archivo de J. Jesús López García)

Agentes, difusión y adaptación de la arquitectura moderna en Aguascalientes

Múltiples fueron las fuentes de las cuales abrevó la capital aguascalentense para avenirse la arquitectura moderna a partir de los años cuarenta del siglo XX, como la relación directa existente entre Estados Unidos y México, y en este sentido, diversos trabajadores tales los braceros y ferrocarrileros, emigraron, y posteriormente al regresar, trajeron modelos arquitectónicos de los lugares visitados, adaptándolos a la idiosincrasia local, apareciendo en el paisaje hidrocálido casas tipo chalet, o también el caso del ferrocarrilero Luis B. Martínez, quien diseñó el Departamento de lavado y recalzado y de fluses de los Talleres Ferrocarrileros, desplazándose a los Estados Unidos y adaptando su proyecto con base en los talleres del vecino país.

Otro suceso, fueron las imágenes aparecidas en los periódicos locales de los progresos de materiales prefabricados y los nuevos sistemas constructivos, así como los edificios emergentes en los años cuarenta de la pasada centuria, como la Sede de la Organización de las Naciones Unidas en New York, anteproyecto aparecido en El Sol del Centro en 1949. Es significativo evidenciar que diversos profesionales visitaron la ciudad aportando con su quehacer la introducción de la arquitectura moder-

na en Aguascalientes, tal Roberto Álvarez Espinosa con sus diseños de los centros escolares 21 de agosto en 1945 y el de la Colonia Gremial en 1946, así como la participación de Carlos Contreras en el diseño del Plano Regulador en 1948. (López 2010, 69-72).

Distinta manera del conocimiento y adaptación de la arquitectura moderna lo constituyeron los proyectos arquitectónicos que se trasladaron para levantarse en la localidad tales el Canada Dry Bottling Co. of Aguascalientes y la Automotriz de Aguascalientes, S. A., ambos de 1949.

En cuanto a las estructuras laminares de concreto armado, el primer edificio levantado con bóvedas de sección parabólica fue la capilla del Obispo en 1953, por el arquitecto Aguayo, quien es casi seguro se motivó por las experimentaciones que en ese momento estaba llevando a cabo el arquitecto Félix Candela Outeriño, baste mencionar la construcción del primer cascaron experimental en San Bartolo Naucalpan, Estado de México, construido por este en 1949, y posteriormente, en 1951, la Escuela Rural cerca de Ciudad Victoria, Tamaulipas. (Faber 1970, 37) Es evidente que Aguayo se apoyó en Candela, ya que para los cascarones de la capilla Mayor del Seminario Diocesano en Aguascalientes, requirió de los servicios para el cálculo por parte de la compañía Cubiertas Ala, en donde Candela era socio conjuntamente con sus hermanos, esto en 1959.

Aplicación de las estructuras laminares de concreto armado

La cordial relación que se estableció a partir del Seminario Diocesano, entre el obispo Quezada y el arquitecto Aguayo, traería consecuencias favorables en cuanto a la utilización de las bóvedas paraboloides, pues experimentó en la capilla del Obispo (Figura 3), y en la capilla Mayor. El primer edificio es de planta rectangular y el cascarón de la nave está constituido por una serie de arcos ovalados cuya percepción espacial es de líneas y planos curvos acanaladas por medio de la lámina estriada en la cimbra; en la segunda aplicación de cascarones en la capilla Mayor se llevó a cabo de manera magistral. (Figura 4).

Capilla del Obispo (1953).

Figura 3. Bóveda paraboloide por el exterior (Archivo de J. Jesús López García)

Capilla Mayor del Seminario Diocesano (1959-1962)

Figura 4. Sucesión de arcos ovalados y percepción espacial Capilla del Obispo (Archivo de J. Jesús López García)

Desde siempre los aguascalentenses han tenido reputación de ser conservadores católicos y pueblerinos, y, por ello, el impacto causado por la arquitectura moderna, particularmente en los templos tal la capilla Mayor, se entronizaron como una imagen inmediata de los Evangelios de Marcos, Mateo y Lucas, al incorporar las parábolas del Nuevo Testamento en el edificio, con las bóvedas con sección paraboloide, lográndose, así, que la metáfora de las dos, aludidas a una estructura propia diera como resultado una representación en la que el «…mismo empleo de metáfo-

ras es una característica de nuestro lenguaje conceptual, destinado a poner de manifiesto la vida del espíritu…» (Arendt 2012, 55).

La anterior utilización de cascarones en la capilla del Obispo, por parte de Aguayo, culminaría en la capilla Mayor, alzándose como un magnífico ejemplo estructural. En planta, el esquema arquitectónico es de cruz latina, resaltando la geometría de las cubiertas, las cuales proporcionan una percepción plástica audaz y diversas tonalidades por las experimentaciones de luz de las vidrieras multicolores. (Figura 5). Los materiales de construcción como el concreto armado y los diferentes tipos de piedra se integran magistralmente.

Exteriormente las bóvedas están repelladas y recubiertas con ladrillo prefabricado, mientras que, en el interior sobresale el martelinado que permite la percepción del concreto de forma expuesta. Tanto la fachada, así como los muros laterales de los vanos de los paraboloides, están recubiertos con piedra amarilla de Clavellinas, mientras que interiormente sobresale la piedra rosa de Milpillas. (Figura 6).

Indudablemente que la capilla Mayor, es una obra en la cual el espacio, la plástica, la estructura, los materiales propios de la región aguascalentense y la forma arquitectónica, se integran en un todo armónico.

Figura 5. Arcos paraboloides con el concreto expuesto y vidrieras multicolores (Archivo de J. Jesús López García)

Figura 6. Recubrimiento con piedra en muros y ladrillo en bóveda (Archivo de J. Jesús López García)

Parroquia de Pabellón de Arteaga (1959)

El ingeniero Luis Ortega Douglas fue el diseñador inicial, así como el constructor contratado por el obispo José de Jesús López y González, quien era fiel seguidor del estilo Gothic Revival. El ingeniero Ortega, atendiendo los deseos de aquel, comenzó a levantar el basamento y los muros de las naves laterales, incluyendo arcos ojivales, así como las columnas hasta el nivel de arranque de las cubiertas (Figura 7), desde 1945, hasta el fallecimiento del prelado el 11 de noviembre de 1950.

Figura 7. Muros con arco ojival (Archivo de J. Jesús López García)

El arquitecto Francisco Aguayo, continuaría con la obra a partir de 1951, bajo las órdenes del obispo Salvador Quezada Limón, quien sucedió a López y González, indicándole que llevara a cabo un proyecto moderno, actual, por lo que Aguayo propuso unas bóvedas con una sección de paraboloide. (Figura 8).

Figura 8. Bóvedas con arcos paraboloides (Archivo de J. Jesús López García)

Andenes de la Central Camionera

En los años cincuenta del siglo XX, Candela continuaba experimentando, construyendo «…lo que puede haber sido el primer paraguas de concreto, formado por cuatro tímpanos de hypar». (Faber 1970, 84). Un prototipo de paraguas lo hizo en Tecamachalco en 1952 y un paraguas experimental en 1953 en una prueba de resistencia (De Anda 2008, 9). Como se colige, a partir de ese momento empezaron a utilizarse de manera copiosa en mercados, gasolineras, fábricas y andenes como en el caso de aquellos levantados en la Central Camionera de Aguascalientes. (Figura 9).

Figura 9. Hypar en los andenes (Archivo de J. Jesús López García)

Figura 10. Cubierta hypar en andenes (Archivo de J. Jesús López García)

En 1964 el arquitecto Mario Zermeño Herrera enseñó su diseño al Alcalde, a los integrantes de la línea de autobuses, así como al señor Jesús Urzúa, jefe del departamento de Obras Públicas del Municipio, y una vez aprobado el proyecto se procedió a la colocación de la primera piedra en el sur de la traza urbana, particularmente en el Primer Anillo de Circunvalación, en ese entonces aún no concluido, según El Sol del Centro publicado el miércoles 20 de mayo de 1964. El tiempo que se llevó la construcción fue de tres años, gracias a materiales utilizados como el concreto armado, tanto en las columnas, trabes y losas de la zona de las taquillas, salas de espera y oficinas administrativas, siendo la novedad los paraguas o hypar (paraboloide hiperbólico) de los andenes. (Figura 10). La Central Camionera quedó abierta al público el 15 de mayo de 1967 según la nota periodística de El Sol del Centro.

Iglesia del Espíritu Santo (1969)

Desde la llegada de la Gran Fundición Central Mexicana a la ciudad acalitana en 1894, hasta su desmantelamiento en 1925 con el propósito de establecerse en San Luis Potosí, sus instalaciones ocupaban una

superficie considerable en la parte noroeste de la traza urbana. Gradualmente esa zona se fue ocupando con colonias y fraccionamientos, los cuales requirieron de espacios religiosos, tal el caso de la construcción del templo del Espíritu Santo en 1969 (Figura 11), en los mismos lotes en donde se había iniciado la industrialización aguascalentense, de manera conjunta con los talleres ferrocarrileros al final del siglo XIX y principio del XX.

Figura 11. Exterior del templo en avenida Fundición (Archivo de J. Jesús López García)

Aun conviven con el templo, varias fincas, vestigios del asentamiento siderúrgico de la Gran Fundición. Ambos sitios, fundición y talleres, detonaron el inicio de una etapa arquitectónica emergente, en donde los materiales y sistemas constructivos tradicionales fueron sustituidos paulatinamente; el acero, concreto armado y el ladrillo, reemplazaron al adobe, la piedra y la madera.

La obra fue pía, con las aportaciones y la fe de los lugareños que deseaban contar con un sitio de culto, por el cual el encargo de llevar a cabo el diseño arquitectónico recayó en el ingeniero Gonzalo González Hernández, así como la construcción de la obra, contando con el apoyo del ingeniero Enrique Morales y del maestro mayor Jesús Medina.

González Hernández utilizó los cascarones de concreto armado (Figura 12), los cuales ya habían sido experimentados por Aguayo Mora en las tres capillas referidas, la del Obispo, la Mayor del Seminario Diocesano y la de Pabellón de Arteaga, y puesto que el ingeniero era un experto estructuralista, el mismo se encargó de ello.

Figura 12. Espacio resultado de la utilización de los paraboloides (Archivo de J. Jesús López García)

Epílogo

En la construcción tradicional aguascalentense se utilizaron materiales propios de la región, como en el caso de la piedra, la cual se colocaba en los cimientos y en algunos muros de forma general, y en componentes en los marcos de los vanos en las ventanas o puertas principales, mientras que el adobe y la madera en los elementos estructurales, alzándose como los componentes idóneos para el medio casi árido. Inicialmente los primeros colonos los adaptaron a sus necesidades y a las características de geográficas del valle hidrocálido. Durante casi toda la fase virreinal, la villa en sí misma fue un asentamiento austero, pues la construcción de tierra y piedra no era muy abundante en cantidad. En ese lapso, con la excepción de las portadas, torres y en general los templos, la arquitectura no tuvo experimentaciones en cuanto a la plástica, elementos constructivos o materiales que fuesen al margen de lo habitual en la tradición.

A finales del siglo XIX y en la alborada del XX, la revolución industrial producto de las enormes fábricas como la Gran Fundición Central Mexicana y los Talleres del Ferrocarril Central Mexicano, trajeron como consecuencia nuevos sistemas arquitectónicos, y una actividad constructiva técnicamente más especializada en el uso de componentes industrializados como el acero, concreto armado, entablados de madera terciada con ensambles de acero o en su caso, armaduras metálicas combinadas.

El concreto armado para los años treinta, se utilizó de una forma profusa desde la edificación de la Presa Calles, si bien el acero estructural ya había aparecido

en las imponentes naves industriales, no fue el caso del concreto armado.

Para los años cuarenta aparecieron una serie de edificios con una plástica y soluciones acorde a la arquitectura que se erigía en ese momento a nivel internacional, tal como los edificios González Vaca, el Sindicato Ferrocarrilero y los centros escolares. Para los cincuenta, con los nuevos avances en la técnica constructiva, permitió unas experimentaciones formales y espaciales inéditas, por consiguiente, los prototipos que nutrieron por centurias los cánones occidentales en la arquitectura fueron básicamente olvidados.

La creencia permaneció a esa separación culta y erudita que personalizó el siglo XX y marchó paralelamente de una emergente arquitectura en consonancia al espacio y al tiempo, dando como resultado entidades modernas y casi desconocidas. De este modo, en esa indagación se tuvieron varias experiencias que auguraban demasiado, y que, en los hechos, solo como un avance en un largo trecho de nuevo canon, esta vez actual.

Los edificios aguascalentenses analizados, fueron adaptados a los cascarones de concreto armado con forma de paraboloide, de paraboloide hiperbólico (Laing 2008, 17-32), y de paraguas, particularmente del arquitecto Candela, que proliferaron ofreciendo resultados espaciales-estructurales notables. Las capillas de Aguayo, de González Hernández y las cubiertas de los andenes por Zermeño Herrera, son unos experimentos atrayentes, ingeniosos y audaces, protagonizando un anhelo hidrocálido por alcanzar a esos recientes modos de diseñar y de edificar, en donde el levantar esas superficies y formas inéditas, se acompañaba el estudio de resultados escasamente usuales. Tal vez se yerguen como un reconocimiento a los operarios de la construcción, una advocación piadosa que se une a lo más lejano y elemental de la creencia católica y una exploración de espacio, forma y estructura que intentaban integrarse con tendencias y corrientes modernas de la historia de la arquitectura en la capital aguascalentense.

De todo lo expuesto, podemos colegir que el arquitecto madrileño se alzó como uno de los principales, si no es que el único, referente arquitectónico y constructivo en México, y de la rectitud tectónica de donde emergió de sus propuestas un modo de efectuar diseños prácticos y adecuados para el tiempo y espacio a nivel territorial. La huella de Candela es evidente en todos los modelos arquitectónicos en Aguascalientes.

Lista de referencias

Arendt, H. 2012. *La vida del espíritu*. Paidós.

Colin, F. 1970. *Las estructuras de Candela*. Compañía Editorial Continental, S. A.

De Anda, E. X. 2008. *Candela*. Taschen

Del Cueto, J. I. 2016. *Cascarones de Candela/Candela's Shells.* CIAUP/Facultad de Arquitectura UNAM.

Fernández Ordóñez, José Antonio, 1933-2000. «Eugène Freyssinet, 24 años después de su muerte = Eugène Freyssinet, 24 years after his death». Cuadernos de arquitectura y urbanismo, 1986, núm. 171, p. 64-73, https://raco.cat/index.php/QuadernsArquitecturaUrbanisme/article/view/203626.

Fernández, J. A. 2022. *Eugène Freyssinet*. CINTER.

Laing, M. A. 2008. *Los cascarones de concreto con forma de paraboloide hiperbólico*. Universidad de Guanajuato.

López, J.J. 2010. *Aguascalientes [1945-1956]. Arribo de la modernidad arquitectónica*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Torroja, E. 2000. *The structures of Eduardo Torroja*. Ministerio de Fomento.

Trelcat, S. 2009. «Pampulha» En Chistian de Portzamparc (Presentación) y Roberto Segre (Organización). *Tributo a Niemeyer*. Viana & Mosley Editora.

La Casa Franciscana en el Puerto de la Luz (1905–1910): Parte del legado de Hormigón Armado de Laureano Arrollo en Canarias

José Victoriano López-Pinto Marrero

Con el comienzo del siglo XX, se inician en Canarias una serie de proyectos cuyo elemento común será un nuevo material: el hormigón armado. La reducción de costes respecto a la construcción tradicional basada en piedra y madera, junto a los menores tiempos de ejecución, impulsaron el uso de este nuevo material constructivo. Sin embargo, la escasez económica, unida a la falta de recursos técnicos adecuados, propició el uso del material adaptado a casuísticas singulares de cada proyecto en la realidad insular. Uno de estos proyectos es el conjunto formado por la iglesia y la Casa Franciscana en el Puerto de la Luz; Convento e Iglesia en la calle Padre Cueto de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria constituye uno de los episodios más tempranos de aplicación del hormigón armado en Canarias. Su construcción aúna no solo aspectos de carácter técnico experimental, sino también la casuística por el contexto urbano y social en el que se inserta.

El presente estudio analiza el edificio desde una doble perspectiva: histórica y tecnológica. Por un lado, examina el marco urbano y asistencial generado por el desarrollo del nuevo puerto; por otro, aborda las condiciones materiales y constructivas de la obra franciscana como laboratorio de introducción del hormigón armado. El objetivo es demostrar que las deficiencias constructivas detectadas en la edificación no pueden comprenderse aisladamente, sino como reflejo directo de un proceso de modernización acelerada en donde la adaptación empírica de técnicas innovadoras a un entorno insular limitado aún de normativa y experiencia.

Contexto histórico-social y urbano

Entre finales del siglo XIX y las primeras décadas del XX, la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria experimentó un notable crecimiento demográfico vinculado a la construcción del Puerto de La Luz y de Las Palmas, iniciada en 1883. La nueva infraestructura modificó radicalmente el modelo económico local al insertar a la isla en las rutas atlánticas de comercio y comunicación marítima. La dinamización resultante atrajo población y capitales, generando en pocas décadas un fuerte incremento demográfico (Alemán Hernández 2008, 123–128).

Este crecimiento desplazó el centro urbano tradicional (ubicado en Vegueta y Triana) hacia el istmo que unía la península de La Isleta con el resto de la isla, transformando un paisaje antes natural en un enclave densamente ocupado por instalaciones industriales, talleres, almacenes y viviendas obreras vinculadas a la actividad portuaria. Sin embargo, la expansión fue improvisada y desordenada: faltó planificación, los servicios eran precarios y las viviendas, insalubres. Las nuevas demandas se atend-

José Victoriano López-Pinto Marrero – Universidad Politécnica de Madrid

Figura 1. Vista de Istmo hacia 1880

ieron mediante soluciones inmediatas que generaron un tejido fragmentado de calles estrechas y edificaciones heterogéneas. A las carencias urbanísticas se sumaron las difíciles condiciones de vida del proletariado portuario, propiciando la aparición de epidemias y el auge de la especulación del suelo.

Ante este panorama, surgieron diversas iniciativas asistenciales y religiosas destinadas a socorrer y atender a los obreros y sus familias, fomentan y crean entidades que buscan suplir algunas de esas carencias. En 1891 se abre la primera escuela de párvulos y tres años más tarde, junto a ella se inaugura la Casa Asilo San-José. Estas instituciones ofrecían educación y refugio a los hijos de los trabajadores portuarios y constituyeron el germen de un incipiente tejido social en la zona.

En este contexto se inscribe la llegada, en 1905, de una comunidad de Padres Franciscanos procedentes de la Provincia Bética, fruto de las gestiones del obispo Fray José Cueto y Díez de la Maza. Su propósito era atender espiritualmente a los obreros y establecer un centro de enseñanza y asistencia. La fundación del convento y de la iglesia franciscana, contigua al Asilo de San José, supuso así una respuesta espiritual y social a las necesidades de un barrio en rápido crecimiento, y marcó el inicio de una nueva etapa en la configuración urbana del Puerto de la Luz.

Laureano Arroyo y Velasco y la consolidación urbana del Puerto de la Luz

La figura de Laureano Arroyo y Velasco

El arquitecto Laureano Arroyo y Velasco (Madrid, 1848 – Las Palmas de Gran Canaria, 1910) ocupa una posición clave en la transición entre la arquitectura tradicional y la modernidad técnica en Canarias.

Figura 2. Laureano Arroyo. Plano de la ciudad y ensanche del puerto 1898 (Fragmento) Archivo Histórico Provincial de Las Palmas

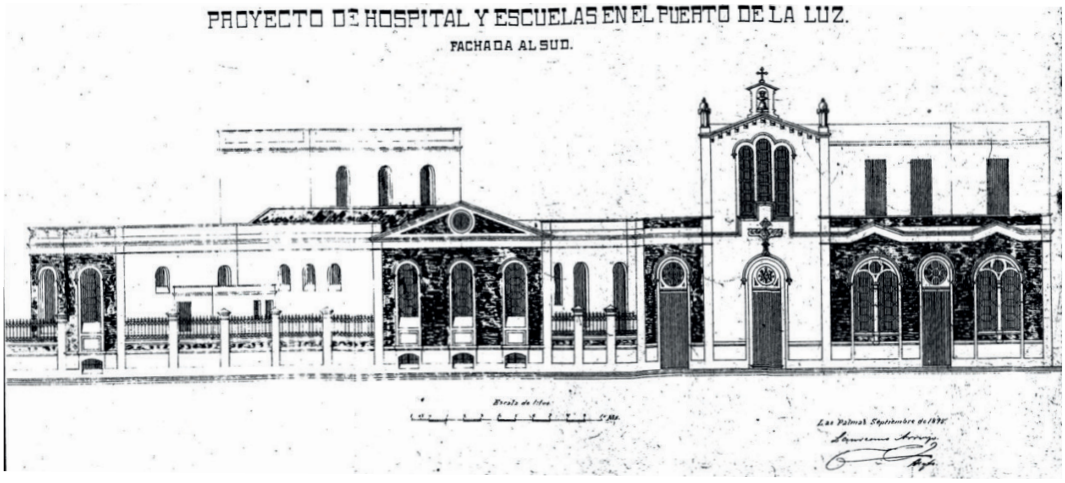


Figura 3. Laureano Arroyo. Fachada sur del proyecto de hospital y escuela en el puerto de la luz (1896) Archivo Histórico Provincial de Las Palmas

Formado en la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, llegó a la isla a finales del siglo XIX, donde ejerció como arquitecto municipal y posteriormente arquitecto diocesano, asumiendo un papel decisivo en la transformación urbana y religiosa de la capital (Alemán Hernández 2008, 126).

Su trayectoria abarcó una amplia tipología de proyectos (obras religiosas, equipamientos públicos y edificios privados) en los que, aunque en principio reticente, destacó por su adopción temprana del hormigón armado. En la reconstrucción de la iglesia parroquial de Santa Brígida (finalizada en 1916), parcialmente destruida por un incendio (1897), propuso soluciones racionales y estructuralmente innovadoras, introduciendo criterios de composición acordes con la ingeniería moderna (Domínguez Melián 1997, 205).

El profesor Hugo Ventura Rodríguez (2023, cap. 9.9.5) lo incluye entre los primeros arquitectos del archipiélago en experimentar con hormigón armado en arquitectura religiosa, destacando la iglesia y convento franciscano del Puerto de la Luz (1905–1910) como caso pionero. También documenta su participación como perito en el dictamen sobre la Catedral de La Laguna, donde Arroyo manifestó reservas ante el uso no controlado del nuevo material, lo que evidencia su preocupación por la seguridad estructural y el rigor técnico (Ventura Rodríguez 2023, 85).

Paralelamente, diseñó la iglesia de Nuestra Señora de los Desamparados y el Asilo de las Hermanitas de los Ancianos Desamparados, edificados entre finales del siglo XIX y comienzos del XX en las antiguas Huertas de San Lázaro (Cabildo de Gran Canaria 2007). En este conjunto ya empleó estructuras mixtas de bóvedas tabicadas y losas de hormigón armado, lo que confirma su temprana inclinación por la experimentación y la búsqueda de soluciones económicas y duraderas.

Figura 4. Laureano Arroyo paseando por el muelle de San Telmo fotografiado por su yerno Tomás Gómez Bosch (1912). Archivo de fotografías antiguas de Canarias

Figura 5. Laureano Arroyo. Alzado Casa residencial y capilla para Rvda. Comunidad de Padres Franciscanos en el Puerto de la Luz (1905) Archivo Histórico Provincial de Las Palmas

El proyecto franciscano constituye una de sus últimas obras y condensa su madurez profesional. Su fallecimiento en 1910 coincidió con la fase final de la construcción, por lo que la dirección de obra probablemente recayó en colaboradores locales. Aun así, el edificio conserva la impronta de su autor, combinando criterios funcionales modernos con una composición sobria que refleja la espiritualidad franciscana y la vocación social del conjunto.

La manzana entre el Asilo de San José y el Convento Franciscano

Entre 1895 y 1905, la manzana comprendida entre las actuales calles Padre Cueto, Pedro del Castillo Westerling y el Paseo de Las Canteras se consolidó como uno de los primeros ámbitos de urbanización planificada en torno al nuevo puerto. Este proceso, impulsado por agentes civiles y eclesiásticos, muestra una clara intencionalidad institucional: dotar al incipiente barrio portuario de equipamientos sociales y religiosos permanentes.

La primera edificación documentada en este entorno fue la Casa-Asilo de San José, promovida por el doctor Bartolomé Apolinario y proyectada por Arroyo en 1895. El asilo introdujo una tipología asistencial moderna, orientada al cuidado de los obreros y sus familias, y estableció el carácter institucional de la manzana.

Pocos años después, en 1905, el obispo Fray José Cueto y Díez de la Maza encargó a Arroyo el proyecto de la iglesia y convento de los Padres Franciscanos, contiguos al asilo. Con ambos edificios se configuró un eje social y espiritual que articuló el nuevo tejido urbano del Puerto de la Luz.

El proyecto franciscano incluía dependencias complementarias destinadas a escuela gratuita (proyecto de salón escuela y Salón para ejercicios espirituales 1909), hospital de beneficencia, o sucursal del Asilo de San Antonio (pensado compartiendo patio con la Casa Residencia de los RR.PP Franciscanos y del cual se desconoce proyecto) aunque las limitaciones

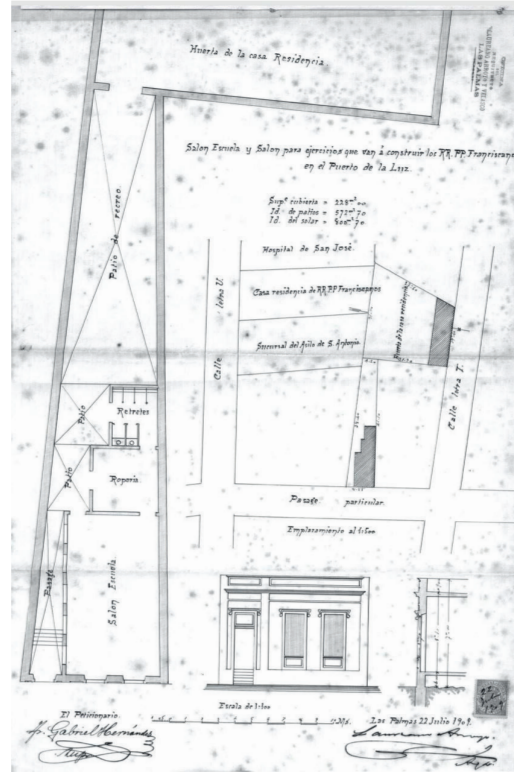


Figura 6. Laureano Arroyo, plano de situación para la construcción de salón escuela y salón para ejerccios en el Puerto de la Luz de los RR.PP Franciscanos (1909) Archivo Histórico Provincial de Las Palmas

Figura 7. Inauguración Iglesia de San José, junio de 1910 (FEDAC)

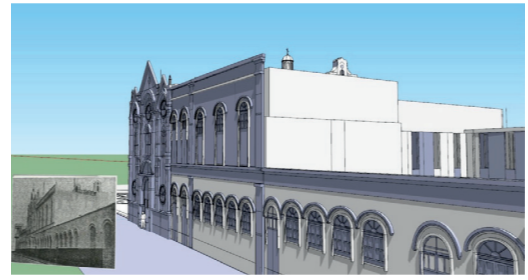


Figura 8. Imagen y maqueta infográfica del edificio construido (Ricardo Ruiz Moreno)

económicas impidieron su ejecución total. Pese a las transformaciones posteriores, la iglesia y el convento se mantuvieron como núcleo simbólico de la manzana, testimoniando la voluntad de crear un frente urbano de cohesión moral y asistencia social en una zona marcada por la precariedad obrera.

En conjunto, esta manzana refleja un proceso de urbanización por adición de equipamientos (1895–1909), donde la cooperación entre instituciones religiosas y benefactoras definió el primer enclave estable del nuevo frente urbano portuario. Aunque algunas edificaciones desaparecieron, la estructura general del conjunto permite reconstruir la lógica funcional y social que guió su implantación: un espacio donde arquitectura, asistencia y fe se integraron para responder a las necesidades de la modernidad industrial.

Aspectos constructivos, deficiencias y estudios estructurales

Condiciones de ejecución y dificultades constructivas

El proyecto del convento e iglesia franciscana fue concebido por Laureano Arroyo y Velasco con un claro propósito de innovación técnica, aunque su ejecución estuvo condicionada por severas limitaciones materiales, económicas y de dirección facultativa. Las evidencias documentales y constructivas sugieren que Arroyo no pudo dirigir de forma continuada las obras durante su fase final, debido a su delicado estado de salud y a otras responsabilidades profesionales. Su fallecimiento en 1910, coincidente con la conclusión del conjunto, indica que la dirección efectiva recayó en maestros de obra locales con escasa supervisión técnica.

Figura 9. Secciones longitudinales, nube de puntos

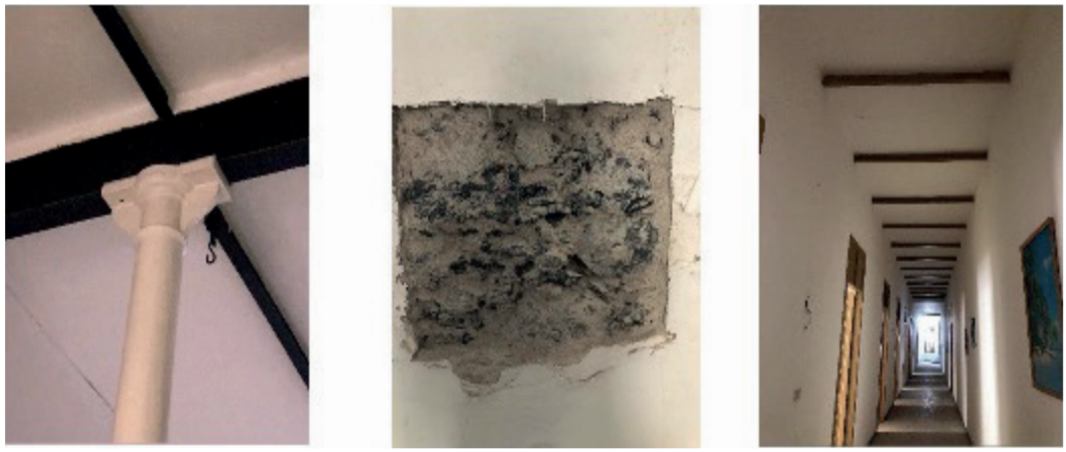


Figura 10. Pilar de Fundición y viga metálica, Muro de carga en cerramiento de la fachada principal, pasillo lateral de planta alta con vigas metálicas tipo I como refuerzo de forjado de losa maciza

Las condiciones de la obra reflejan las dificultades de introducir el hormigón armado en un contexto insular que carecía de experiencia previa con el material. Los problemas de abastecimiento, la heterogeneidad de las calidades y la falta de control en las dosificaciones se tradujeron en resistencias bajas, recubrimientos insuficientes y discontinuidades en las armaduras. Estas carencias se agravaron por la exposición marina, que aceleró la carbonatación y la corrosión de los refuerzos, provocando fisuras, desprendimientos y pérdida de adherencia entre el acero y el mortero.

Las inspecciones posteriores han identificado divergencias notables entre el proyecto original y la obra ejecutada: variaciones en espesores de muros y bóvedas, simplificación de forjados y omisión de machones de refuerzo previstos en la fachada occidental. Estas decisiones, tomadas probablemente por razones de economía o de ejecución, alteraron la configuración resistente y redujeron los márgenes de seguridad.

A estas deficiencias constructivas se suman procesos de degradación ambiental característicos del entorno costero: presencia de sales, disgregación superficial de fábricas y fisuras longitudinales paralelas a las barras metálicas. En conjunto, el edificio constituye un testimonio temprano de las dificultades de implantación del hormigón armado en Canarias, donde la pericia empírica debió suplir la falta de normativa y control estructural.

Estudios estructurales recientes

Entre 2020 y 2022 se desarrolló un estudio integral del conjunto franciscano, con el objetivo de evaluar la seguridad estructural y caracterizar los materiales originales. La investigación combinó métodos de levantamiento tridimensional, ensayos de laboratorio y modelización estructural (Ventura Rodríguez, LABETEC 2021; López-Pinto Marrero y Ventura Rodríguez 2022).

El levantamiento mediante escáner láser y fotogrametría permitió generar una nube de puntos de alta resolución que facilitó la detección de deformaciones y discontinuidades. Las catas realizadas en muros, vigas y forjados mostraron valores de resistencia a compresión del hormigón entre 14 y 16 MPa, profundidad de carbonatación de hasta 6 cm y contenido de cloruros del 0,02–0,04 %, indicadores de un hormigón de baja calidad con árido volcánico poroso y dosificación irregular.

El análisis petrográfico confirmó la pérdida de sección metálica en las armaduras y la disgregación del recubrimiento superficial. Los modelos estructurales simplificados mostraron un com-

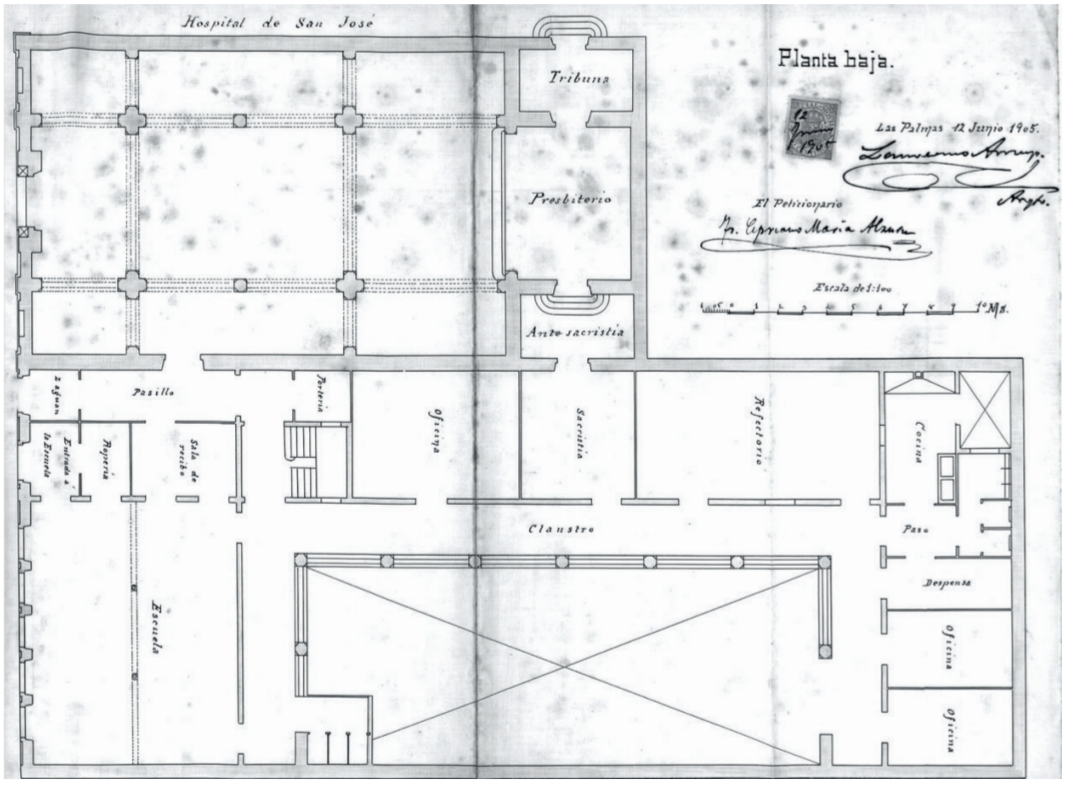


Figura 11. Planta Baja. Proyecto de Laureano Arroyo (1905) Archivo Histórico Provincial de Las Palmas

portamiento global aceptable en muros portantes (construcciones pétreas y de ladrillo), pero una vulnerabilidad significativa en los elementos horizontales (de hormigón armado) y, de modo particular, en la espadaña. Este elemento presenta un desplome de 23 cm hacia el oeste y una excentricidad crítica de aproximadamente 10 cm respecto al eje del muro. Bajo condiciones de viento máximo, la excentricidad se incrementa a 56 cm, lo que implica riesgo potencial de vuelco. La viga de apoyo presenta además una pérdida de sección superior al 40 %.

La lectura material y documental permite reconstruir una estructura híbrida donde técnicas tradicionales y sistemas modernos se superponen. El conjunto combina muros portantes de piedra y ladrillo macizo, forjados de losa maciza de hormigón armado y bóvedas cerámicas rebajadas. Esta interacción entre materiales responde a una fase de transición tecnológica, en la que el hormigón armado se utilizó de manera empírica, sin cálculo estructural sistemático.

Interpretación técnica e histórica

El convento franciscano ilustra un momento decisivo en la historia constructiva canaria: el paso de la fábrica tradicional al hormigón armado. El edificio evidencia la coexistencia de dos lógicas estructurales (mampostería portante y hormigón armado incipiente) cuya interacción explica tanto su comportamiento desigual como sus patologías actuales.

La espadaña, elemento de especial interés, sintetiza este conflicto entre morfología heredada y técnica moderna. Su diseño, que al igual que el de la fachada, mucho más pobre en aditamentos ornamentales que el diseño original de Laureano Arroyo (Hernán-

Figura 12. Materiales de columnas del patio. Se observa la combinación de canto apiconados y ladrillo rojo, colocados sin un criterio excesivamente claro para conformar la sección octogonal hueca. (Ventura Rodriguez H.A 2021)

dez Socorro 1994, 407-408), responde a la tipología tradicional de campanario esbelto, pero ejecutado con un material que requería mayores recubrimientos y confinamiento. Esta contradicción material generó tensiones internas y vulnerabilidades que hoy exigen intervenciones de consolidación urgentes.

Los resultados de los ensayos y modelizaciones confirman que el edificio constituye un caso pionero y documentalmente valioso, aunque técnicamente imperfecto. Su estudio permite comprender los desafíos de la adopción del hormigón armado en entornos periféricos y aporta criterios útiles para estrategias de conservación compatibles con su valor patrimonial.

Conclusiones

El estudio del convento e iglesia de los Padres Franciscanos del Puerto de la Luz permite comprender, desde una perspectiva histórica y técnica, la complejidad del proceso de implantación del hormigón armado en Canarias a comienzos del siglo XX. La obra proyectada por Laureano Arroyo y Velasco constituye uno de los primeros ensayos de aplicación de este material en la arquitectura insular, en un contexto caracterizado por la escasez de medios técnicos, la ausencia de normativa y la dependencia de procedimientos empíricos adaptados a los recursos locales.

Figura 13. Imagen general de la espadaña junto a toma de datos de la geometría de la espadaña para evaluar su peso y desplazamiento

Desde el punto de vista histórico, el conjunto se inscribe en un momento de profunda transformación urbana y social en Las Palmas de Gran Canaria. La construcción del Puerto de La Luz y de Las Palmas, generó un rápido crecimiento demográfico, acompañado de nuevas necesidades higiénicas, educativas y asistenciales. En este escenario, la fundación de la Casa-Asilo de San José y del convento franciscano constituyó una respuesta solidaria y espiritual a las carencias del barrio portuario. El edificio expresa, por tanto, una doble dimensión: la vocación social de sus promotores y el impulso modernizador de su arquitecto.

Desde la perspectiva técnica, el análisis estructural y los ensayos recientes confirman el carácter experimental y empírico del sistema constructivo empleado. Las bajas resistencias del hormigón, la carbonatación profunda y la disposición irregular de las armaduras evidencian un proceso de aprendizaje en curso. Arroyo y sus colaboradores introdujeron el

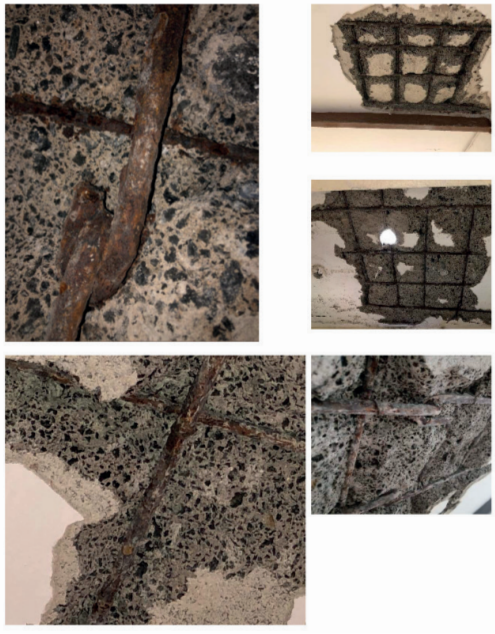


Figura 14. Conjunto de imágenes que muestran la merma importante de las armaduras transversales

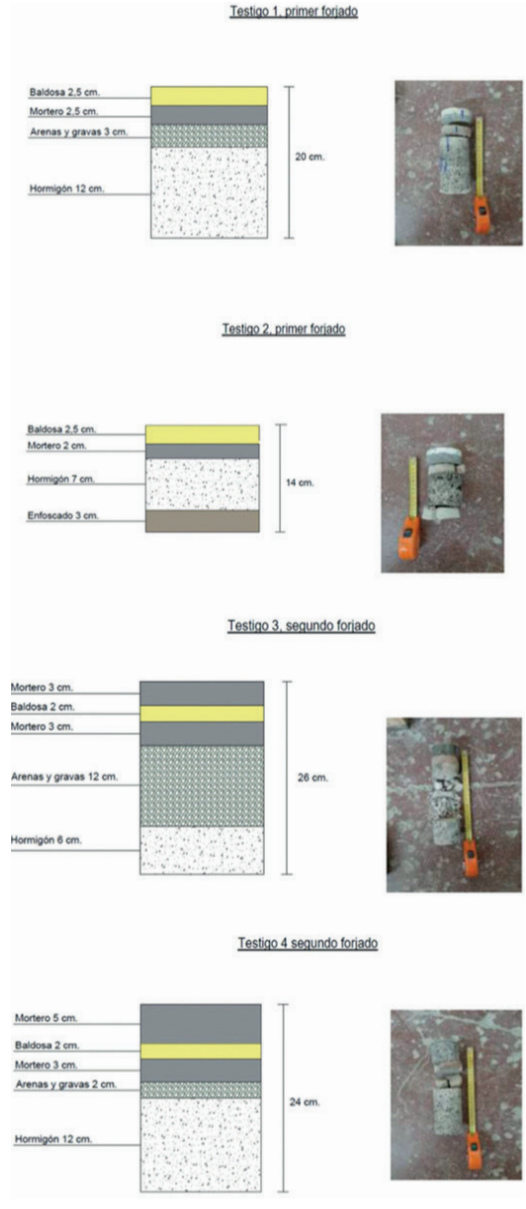


Figura 15. Testigo de forjado primero y segundo (Ventura Rodriguez H.A. 2021)

hormigón armado de manera intuitiva, combinando la lógica tradicional de la fábrica portante con los nuevos principios estructurales. Este hibridismo explica las patologías actuales del edificio, pero también su relevancia histórica como testimonio del tránsito entre dos paradigmas constructivos.

La espadaña se ha revelado como el elemento crítico del conjunto: su esbeltez, la pérdida de sección de la viga de apoyo y la ausencia de contrafuertes laterales generan un riesgo de vuelco que exige medidas inmediatas de estabilización. Este caso simboliza la tensión entre forma heredada y técnica moderna, y plantea un desafío contemporáneo para la conservación del patrimonio construido con materiales emergentes.

A pesar de sus deficiencias, algunos elementos del convento franciscano poseen un notable valor patrimonial que merecen un análisis en profundidad siempre desde el proyecto arquitectónico. La construcción que ha llegado hasta nuestros días, incompleta en su morfología, constituye un testimonio material de la introducción del hormigón armado en las Islas Canarias, un proceso que, aunque ha quedado parcialmente desdibujado, refleja el esfuerzo por integrar la innovación constructiva con una función social en un contexto periférico. Su estudio ofrece herramientas

valiosas para comprender la historia constructiva del archipiélago y orientar futuras intervenciones de conservación compatibles.

En este sentido, el convento debe entenderse no solo como un ejemplo temprano de arquitectura en hormigón armado, sino también como un laboratorio histórico de transferencia tecnológica y adaptación cultural. El análisis y catalogación junto con el estudio, ayudarán a preservar aquellos valores que mejor expresan dicha singularidad —particularmente aquellos presentes en la primera crujía— contribuirán al reconocimiento de una modernidad arquitectónica canaria que, aunque discreta, formó parte esencial de los procesos internacionales de renovación técnica de comienzos del siglo XX.

Lista de referencias

Alemán Hernández, S. 2008. *Las Palmas de Gran Canaria: ciudad y arquitectura (1870–1930).* Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria.

Cabildo de Gran Canaria. 2007. El teatro del Centro Insular de Cultura. *Boletín de Patrimonio Histórico*, n.º 5.

Domínguez Melián, José Miguel. 1997. *Arquitectura y ciudad en Canarias (1850–1936).* Santa Cruz de Tenerife: Gobierno de Canarias.

Hernández Socorro, María de los Reyes. 1994. Arte y realidad. La frustración de un proyecto vanguardista en Las Palmas: la iglesia y casa franciscana del Puerto de la Luz. En *Actas del IX Congreso Nacional de Historia del Arte*, vol. 2, 403–416. León: Comité Español de Historia del Arte.

López-Pinto Marrero, J. V., y H. V. Ventura Rodríguez. 2022. *Espadaña de la iglesia de San José de la calle Padre Cueto: primera aproximación para evaluar los riesgos existentes con relación a su situación de equilibrio estático.* Informe técnico inédito. Las Palmas de Gran Canaria.

Ventura Rodríguez, H. A., y LABATEC. 2021. *Informe de evaluación estructural de la Casa Franciscana del Puerto de la Luz, Convento de los Padres Franciscanos de la calle Padre Cueto (Las Palmas de Gran Canaria).* Informe técnico inédito. Las Palmas de Gran Canaria.

Ventura Rodríguez, H. A. 2023. *La Catedral de La Laguna y la introducción del hormigón armado en Canarias.* Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

El análisis de daños y las propuestas de reconstrucción de edificios del siglo XIX en Valparaíso

Sandro Maino Ansaldo
Matías Correa Díaz
Erika Ramirez Lobos
Daniela Gil Brignardello

El entorno construido de las ciudades se transforma continuamente como resultado de procesos de reparación que responden al deterioro producido por fenómenos naturales y el paso del tiempo. Los edificios, por lo tanto, más allá de encontrarse en un estado estable, dependen de un esfuerzo continuo para mantener su funcionamiento y responder a los daños ocasionados por factores externos (Graham y Thrift 2007). Estas labores no solo representan intervenciones técnicas, sino también acciones colectivas que reflejan la organización social y política (Henke 1999). En este sentido, la historia de la construcción puede entenderse también a través de los procesos de reparación de daños, en los que surge una respuesta de innovación sustentada en la experiencia de las fallas y la necesidad de reconstruir (Denis, Mongili y Pontille 2015).

La ubicación estratégica de Valparaíso en Sudamérica, la Independencia de Chile y el explosivo crecimiento de su comercio exterior le permitieron consolidar su posición como uno de los principales puertos del Pacífico Americano entre mediados del siglo XIX y el primer cuarto del siglo XX. Esa prosperidad mercantil, además de favorecer el desarrollo y el surgimiento de una intensa vida urbana, económica y cultural vinculada a las actividades marítimas y financieras, propició un flujo constante de inmigrantes que dio origen a una sociedad multicultural integrada por personas de diversas nacionalidades. No obstante, este período de bonanza se vio repetidamente amenazado por desastres causados por terremotos, incendios y el asentamiento estructural de edificios construidos sobre suelos de relleno resultantes de la expansión urbana hacia el mar. Si bien estos sucesos evidencian las vulnerabilidades inherentes a la ciudad, también revelan las limitaciones de los acercamientos teóricos a los fenómenos destructivos y a los complejos procesos de resiliencia social que surgieron como respuesta a los desafíos constructivos y estructurales.

Comprender la legislación y los conceptos constructivos y estructurales imperantes en Valparaíso a fines del siglo XIX permite analizar tanto los daños provocados por terremotos, incendios y asentamientos, como las propuestas de recuperación o transformación de edificios siniestrados o deteriorados a causa de sucesos naturales o antrópicos. Este enfoque se desarrolla mediante el análisis de dos casos de estudio ubicados en torno a la Plaza Sotomayor, el edificio de la Gobernación Marítima y Bolsa de Comercio, y el edificio del Hotel Inglés.

El primero, edificio de la Gobernación Marítima y la Bolsa de Comercio, fue construido en el centro cívico y portuario de la ciudad e inaugurado en 1890, en la primera línea de terrenos ganados al mar. En este caso, la baja capacidad portante del suelo artifi-

Sandro Maino Ansaldo; Matías Correa Díaz; Erika Ramirez Lobos; Daniela Gil Brignardello – Universidad Técnica Federico Santa María

cial provocó problemas de estabilidad y asentamiento que se agravaban por un peso que, en su núcleo estructural, duplicaba la capacidad del terreno, problemas que ya se habían manifestado antes del terremoto de 1896 y que motivaron evaluaciones técnicas y propuestas de reparación, lo que desencadenó una controversia entre las autoridades, el propietario e incluso actores locales. Por otro lado, el Hotel Inglés (Figura 1) se emplazaba en contravención a la ley de transformación de Valparaíso de 1876, que imponía una nueva línea de construcción en la Plaza Sotomayor. Este edificio sufrió un incendio en marzo de 1897, lo que dio origen a una disputa política en torno a su reparación. En este caso, a diferencia del anterior, el conflicto no se desarrolló en torno al proceso de reparación, sino respecto a quién decidiría su futuro. Por un lado, la Municipalidad declaró que el edificio se encontraba en un estado ruinoso que justificaba la aplicación de la ley de transformación y, por ende, su demolición. Por el otro lado, el propietario defendía su derecho a reparar su propiedad mediante argumentos técnicos y jurídicos, respaldados por su propio arquitecto, quien negó la existencia de daños estructurales. El análisis de los casos de estudio evidencia un decaimiento constante en los edificios, lo que demuestra que la reparación y la mantención como respuesta ante una falla o crisis, son procesos fundamentales para la variación, la improvisación y la innovación en la arquitectura (Graham y Thrift 2007).

Debido a la limitada existencia de planimetría, esta investigación se ha basado en descripciones de edificios, informes de evaluación de daños, registros de discusiones del Concejo Municipal, así como fotografías y postales de la época examinadas mediante técnicas de análisis forense que permitieron reconocer los sistemas constructivos de los edificios y sus daños estructurales. Este enfoque permitió abordar un período del siglo XIX en Valparaíso poco explorado en la historia de la construcción, ya que las investigaciones y registros de la época se centran en la arquitectura religiosa. Los resultados evidencian que, si bien en el período 1882-1906 existía una incipiente comprensión teórica de los terremotos, incendios y asentamientos, estas nociones no se aplicaban de manera generalizada en el diseño de estructuras y sistemas constructivos. En este contexto, se comprueba que la innovación constructiva es un campo que carece de un orden preexistente, siendo un proceso intrínsecamente político, social y técnico en el que las intervenciones se definen por la autoridad, las necesidades y el diagnóstico técnico de los edificios (Denis, Mongili y Pontille 2015).

Figura 2. Hotel Ingles, al centro de la imagen, frente a la Plaza Sotomayor, el edificio que se adelanta a la línea de edificación (Leblanc 1890)

El edificio de la Bolsa Comercial y Gobernación Marítima

En el sitio más populoso de Valparaíso, en el centro más bullicioso del tráfico, donde el movimiento es incesante a todas horas del día, a cuatro metros del mar y frente a la estación de ferrocarril, levántese ya las fachadas de un lindo edificio destinado a ser dentro de pocos meses el punto de reunión de toda nuestra robusta existencia mercantil y bursátil. Tal es el edificio de la Bolsa comercial, que además alojará en su seno a la Camara de Comercio y a la Comandancia General de Marina.[1]

El primer edificio de la Bolsa Comercial (Figura 2) inaugurado en 1858 se ubicaba en la Plaza Sotomayor, frente al edificio de la Intendencia (Riveros, González y Didier 2004), estaba construido «con madera y caña de Guayaquil para resistir temblores» (Urbina 1999). El segundo edificio que alojó la Bolsa Comercial (Figura 3) estaba emplazado en el borde costero en terrenos ganados al mar, junto al muelle Prat y próximo a la plaza Sotomayor, el lugar más representativo de la ciudad, el centro cívico además de portuario. El edificio tenía dos pisos más una mansarda, 53 metros de largo, 13 de ancho y una altura hasta la torre central de 33 metros. Originalmente el

Figura 2. Vista del primer edificio de la Bolsa Comercial 1864 (Valparaíso: sn., 1864)

edificio estaba destinado a las instalaciones de la Bolsa Comercial de Valparaíso, y secundariamente para la estación de la Gobernación Marítima. Sin embargo, en su desarrollo, al proyecto original se le adicionaron las dependencias de la Comandancia General de la Marina[2]. Finalmente, en el diario de La Unión a inicios de 1890 se proyectaba que los usos del edificio serían: en la planta baja la Bolsa Comercial, en el segundo piso la Camara de Comercio y en el tercero la Comandancia de Marina (Figura 4).

Las fachadas del edificio ricamente ornamentadas eran de estilo neoclásico, simétricas. En sus dos caras más largas, una hacia paseo de borde mar y la otra hacia la avenida Errázuriz, tenía un cuerpo central levemente saliente, que en su cara hacia el mar se componía con un balcón y columnas. El edificio estaba

Figura 3. Vista del segundo edificio de la Bolsa Comercial y Gobernación Marítima (Leblanc 1890)

construido con un muro perimetral de cal y ladrillo, un espacio central en la primera y segunda planta soportado por un eje estructural central de columnas de hierro fundido, y los recintos en los extremos delimitados en su interior por tabiques de madera.

Si bien no contamos con antecedentes precisos sobre el periodo en el que se construyeron las defensas marítimas y rellenos, sabemos que la construcción del edificio se inició el 15 de abril de 1889 siendo finalizadas a mediados del mes de septiembre de 1890[3]. La ejecución de las obras estuvo bajo la dirección del ingeniero Julio Berenh y fueron ejecutada por los contratistas David Puyol y Enrique Strelow[4], equipo que también se hizo cargo en el mismo periodo de una serie de partidas en la construcción del edificio de la Escuela Naval.

Si realizamos una búsqueda de edificios similares en cuanto a la forma y estilo, la Bolsa Comercial es similar a la estación Bellavista (Figura 5), emplazada también en el borde costero, un cuerpo alargado y angosto con una torre central, y también, edificio alargado con un cuerpo saliente al centro, de dos plantas más una mansarda con una torre central.

Los terremotos de 1896

En febrero de 1896 en una comunicación de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Industrias y Obras Públicas firmado por Elias Fernandez A. se transcribe un oficio anterior en que se informaba sobre las «malas condiciones de estabilidad en que se encuentra el edificio de la Bolsa Comercial de Valparaíso»[5], recomendando a la Dirección un estudio para reparar el edificio por completo, destacándose que el edificio se había construido «sobre una fundación fabricada para levantar allí un edificio menos pesado»[6]. En el mismo oficio se notificaba que la inversión para reparar el edificio sería de gran cuantía y siendo necesario disminuir el *enorme peso* del edificio. En la evaluación se indicaba además que, sumado al problema del excesivo peso estaba el de su desigual repartición, afirmándose que en algunos puntos llegaba a los 32.000 kilogramos por metro cuadrado, siendo que en el sector donde estaba construido el edificio la resistencia del suelo era de 14.000 kilogramos por metro cuadrado. Entre los daños visibles debido a la sobrecarga del edificio sobre el suelo, el viento y la rompiente del oleaje, se ha-

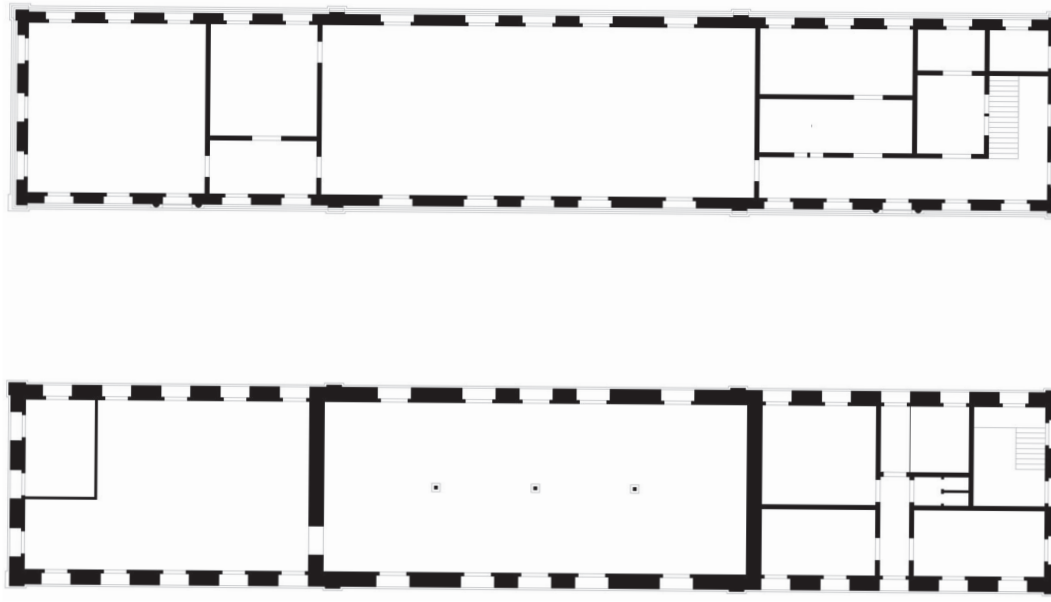


Figura 4. Primera y segunda planta del edificio de la Bolsa Comercial 1885 (redibujado de los planos: AHN, Fondo Ministerio de Marina, vol. 451)

bían detectado agrietamientos en los encuentros entre los muros longitudinales y transversales. Si bien no se menciona el autor del informe, suponemos que el autor es el arquitecto de la provincia Roberto Nordenflycht. Realizada la evaluación del estado del edificio, para el arquitecto la mejor solución consistía en suprimir la mansarda y cambiar de posición la torre central, advirtiendo que, si no se realizaban las obras, a corto plazo podría ocurrir un accidente grave, posiblemente el derrumbe de edificio o la caída del cuerpo central con la torre. Por último, se recomendaba desalojar la mansarda a la espera de realizar las reparaciones en el total del edificio.

Figura 5. Estación Bellavista (Leblanc 1890)

A principios de marzo de 1896, la Dirección de Obras Públicas solicitó un segundo informe[7] sobre el *estado de seguridad* del edificio de la Bolsa y Gobernación Marítima al arquitecto Juan Eduardo Ferhman, autor del Teatro de la Victoria y del Banco de Valparaíso. En el informe se detallaban una serie de daños en el edificio, recomendándose la demolición parcial y reconstrucción del edificio de la Bolsa y la Gobernación Marítima debido a la falta de estabilidad. En la evaluación se sumó un nuevo factor que afectaba al edificio; las vibraciones que producía el paso de los trenes. El informe fue una referencia fundamental para que el arquitecto de la provincia, Roberto Nordenflycht emanara un tercer informe el 13 de marzo, a partir de las observaciones de los efectos de los sismos, recomendando desalojar la mansarda y no realizar reuniones en los salones de la Bolsa. El día de este tercer informe marca el inicio de un período de cinco días entre el 13 y 17 de marzo de 1896 en que se sucedieron en Valparaíso y sus alre-

dedores una serie de terremotos de mediana magnitud, produciéndose daños de distinta magnitud en los edificios públicos y privados de la ciudad. Fueron días de tensión para la ciudadanía y las instituciones del Estado, en un permanente estado de alerta debido a la información, a veces verdadera a veces falsa, que corría por las calles y en los periódicos sobre los efectos de los movimientos sísmicos. Varios edificios resultaron con diferentes grados de daños, entre ellos el Teatro de la Victoria, la Escuela Naval, la torre de la iglesia de los Sagrados Corazones, la iglesia de la Merced, etc.[8]

En los periódicos se intentaba a la vez tranquilizar a la población y comprender el fenómeno de la seguidilla de terremotos, utilizando la teoría de predicción con meses de anticipación mediante cálculos de los días sísmicos críticos, del abate austríaco Rodolfo Falb[9]. La teoría de Falb se sustentaba en dos hipótesis: la primera era el principio de «termoliquidez de la materia central» de la Tierra y la segunda era que los terremotos eran fruto de las deformaciones que sufre la Tierra por la atracción de del Sol y la Luna (Dulanto y Barranca 1869). Si bien, la teoría tuvo gran impacto en Sudamérica y en Chile a lo largo del siglo XIX, tanto así como para que la población del puerto de Valparaíso decidiera trasladarse a vivir al interior alarmada por las predicciones, esta fue refutada por la comunidad científica argumentando el desconocimiento científico existente respecto de las causas de los terremotos (Valderrama y Sevilla 2021).

El 16 de marzo se informaba en el diario de El Mercurio: «los daños causados han sido considerables, porque las casas ruinosas, rasgadas, desaplomadas en parte o simplemente desperfeccionadas, son muchas, especialmente los grandes edificios de material sólido, que por esta misma circunstancia carecen de flexibilidad para resistir las oscilaciones aun cuando sean de escasa amplitud.» Y continua: «En este caso se encuentra, y quizás la de una importancia, la mayoría de los hermosos edificios comprendido entre las calles de Molina y Edwards con frente al mar, todos los cuales han sufrido hundimiento, rasgaduras, caídas de murallas, etc., etc., de tal manera que las familias tuvieron que abandonar precipitadamente las habitaciones»[10]. Precisando luego que la Bolsa Comercial estaba entre los edificios con grietas y rasgaduras. En general, los resultados de las primeras observaciones en terreno publicadas en los periódicos fueron alarmistas, informando de daños estructurales en muchos edificios de la zona plana y los cerros de la ciudad, contrastando luego con los informes de los especialistas que moderaron las consecuencias de los efectos de los sismos y la gravedad de los daños, aplicando racionalidad y experiencia en sus juicios. En el caso del edificio de la Escuela Naval, en primera instancia se señalaba que los cadetes habían dormido en carpas debido a los daños en el ala de dormitorios de la segunda planta, pero luego, el arquitecto de la provincia observó que la grieta horizontal que causaba alarma correspondía a la unión entre la mampostería y la tabiquería, no siendo una amenaza para la estabilidad del edificio. Algo similar ocurrió con el tempo de la Merced, en este caso los daños correspondían a los elementos ornamentales.[11]

Un día antes de la serie de terremotos, el 12 de marzo de 1896, se publicó en el diario de la Unión un breve artículo, manifestando la preocupación que tenía el arquitecto de la provincia sobre el estado del edificio de la Bolsa Comercial. De la inspección del ingeniero y el Ministro del Interior se informa: «el peligro no era *tan inmediato* y que solamente lo ofrecía la torre con su base que representa algunas toneladas de peso y que aligerando éste, desaparecía todo peligro para siempre, sin necesidad de suprimir el tercer piso y demás alteraciones insinuadas por los más alarmados»[12]. El autor del artículo profundizaba en las afirmaciones del ingeniero, indicando que estas eran únicamente fruto de la observación de lo aparente en terreno, poniéndose en duda y manifestando la necesidad de tener un informe especializado.

El arquitecto de la provincia, Roberto Nordenflycht respondió a las dudas expresadas en un artículo en el diario de La Union[13] punto por punto en una carta publicada en el diario El Mercurio[14], refutando las observaciones por ser infundadas y carente de verdad científica. Nordenflycht explica en su respuesta cuál era su comprensión del comportamiento mecánico de los pilotes de fundación, corrigiendo la aseveración de que los edificios fundados sobre pilotes descansarían sobre el «suelo *solidificado, condensado* o comprimido», afirmando que las fundaciones descansan sobre los pilotes, recibiendo y soportando las presiones de las cargas y transfiriéndolas hacia su extremo inferior, siendo la función del suelo que le rodea el evitar su pandeo (en el artículo califica erróneamente el comportamiento mecánico como flexión). Robusteciendo su afirmación, complementa que todos los autores que conoce consideran para sus

cálculos el pilote, no tomando en cuenta la mayor densidad que adquiere el suelo al ser comprimido.

Una segunda aseveración rechazada por Nordenflycht guarda relación con la distribución de las cargas transmitidas al suelo, que son descritas con una forma piramidal o cónica, rechazando el arquitecto que esa transmisión de fuerzas tenga forma y afirmando que solo tienen dirección y que en general son verticales.

Una tercera aseveración en cuestión consistía en la magnitud de las cargas que podía resistir el terreno. Según había calculado Nordenflycht, en una esquina del edificio de la Bolsa el suelo debería resistir 36.476 kilogramos por metro cuadrado, considerándola una carga peligrosa. Para el cronista del breve artículo del diario de La Unión esa carga era insignificante si era comparada con varias construcciones chilenas y extranjeras[15], copiando los datos expuestos en el libro sobre resistencia de materiales (1885) publicados por el primer ingeniero titulado en Chile, Ricardo Fernandez Frías (Parada 2011). En respuesta Nordenflycht cita a autores extranjeros de reconocida trayectoria, tales como Sganzin[16], Voss, Rondelet[17] y Rebolledo, quienes en general dicen que un terreno no se puede cargar con más de -textual en el artículo- 4,5 gramos por centímetro cuadrado. Evidentemente aquí hay un error de lógica en el texto del periódico, debiendo ser kilogramos y no gramos, calculándose con esta corrección una carga máxima por metro cuadrado de 45.000 kilogramos. Nordenflycht utiliza como referencia los casos de Alemania y Francia, países donde se acepta como presión máxima los 45.000 kilogramos por metro cuadrado. Resulta particular la referencia al ingeniero francés Joseph Mathieu Sganzin considerando que su principal trabajo es sobre puentes y caminos, pero tomando en cuenta que las fundaciones del edificio de la Bolsa Comercial se sitúan sobre terrenos ganados al mar, estas se pueden enfrentar a problemas similares a las de las pilas de un puente en un río. Para Nordenflycht los ejemplos utilizados por el cronista de la Unión son excepciones y no constituyen una regla general, resultando inadecuado comparar la Bolsa Comercial, edificio en el borde mar fundado sobre un relleno, con el edificio del Congreso en Santiago, con cargas mayores a 40.000 kilogramos por metro cuadrado y con cimientos de no más de 80 centímetros de profundidad asentados en barro, o también con los puentes de Colchagua, rio Claro y Cal y Canto (1767-1782), porque sus pilas estaban fundadas sobre piedra. En este punto, Nordenflycht desliza una diferenciación clave al comparar la calidad de la construcción: «su construcción [del puente de Cal y Canto] era irreprochable en cuanto a materiales y obra de mano, condiciones estas que no las posee el edificio motivo de esta discusión»[18], refiriéndose al edificio de la Bolsa de Comercio. La calidad de la construcción era un aspecto siempre presente en las evaluaciones sobre el desempeño de los edificios, siendo uno de los factores más comentados como causa de los graves efectos del terremoto de 1906 en Valparaíso (Koning 1906). Como cierre Nordenflycht lamenta que las observaciones sobre el edificio de la Bolsa Comercial no estén fundadas en el cálculo, aspecto que esperaba que fuera subsanado con el informe del edificio y su estabilidad.

Como cierre de este intercambio epistolar público, el 17 de marzo se publicó en el diario La Unión la carta de un albañil que manifestaba su preocupación por la mutilación a la que sería sometido el edificio público más elegante de Valparaíso, la Bolsa Comercial. El albañil, que se caracterizaba a sí mismo como un «hombre del oficio en esto de la construcción» [19], exponía en la carta su ignorancia en cuanto a los autores y la ciencia de los cálculos expuesta por Nordenflycht. Pese a esta falta de conocimiento científico, critica empíricamente de manera respetuosa cada una de las afirmaciones de Nordenflycht, a través de imágenes oníricas, ejemplos de sencilla comprensión y el humor, buscando acercar la discusión a los lectores para hacerla inteligible.

La Transformación del edificio de la Bolsa Comercial

El proyecto de demolición de la torre central y la mansarda, reparación de los muros y construcción, incluyó la agregación de dos torres en los extremos del edificio alargado, construcciones que se propusieron con el objetivo de dar mayor solidez al edificio y, al mismo tiempo, más elegancia. La torre central no era posible de reconstruir, debido a la sobrecarga que amenazaba la estabilidad de dicha construcción. La demolición y la reconstrucción del cuerpo central no presentó problemas para su tramitación en el municipio, en cambio las dos nuevas torres en los extremos fueron cuestionadas en base a la

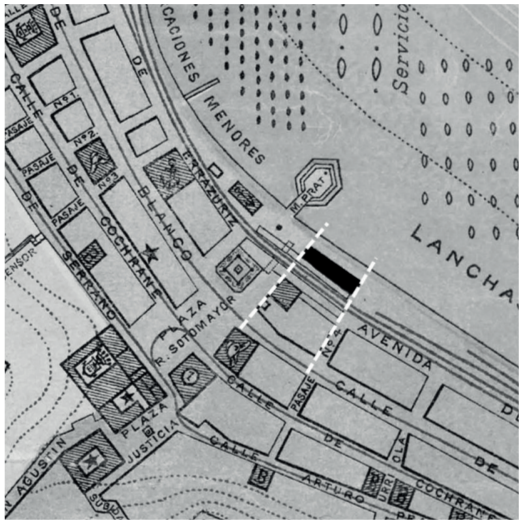


Figura 6. Sección del plano de Valparaiso de 1897 con el edificio de la Bolsa Comercial sin las torres laterales y las proyecciones de la fachada de la Plaza Sotomayor y pasaje n° 4 (Garnham 1897)

legislación vigente. En 1876 se promulgó la Ley de Transformación de Valparaíso, con la cual se buscaba regularizar el trazado de la ciudad tanto en su parte plana como en los cerros. En el artículo primero se fijó el ancho de las calles del plan de la ciudad en 14 metros y las antiguas que se prolonguen continuarían con el ancho existente. Como consecuencia de esta nueva ley, se regularizaron las plantas de las plazas, avenidas y calles. La ley incluía presupuesto para

Figura 7. Edificio de la Bolsa Comercial y Gobernación Marítima después de las transformaciones posterremoto 1906, c. 1898

Figura 8. Edificio de la Bolsa Comercial y Gobernación Marítima después del terremoto de 1906 (Postal, Valparaíso después del Terremoto, Gobernación Marítima, 1906, Carlos Brandt, CB01.8, Institución, Biblioteca Científica John Juger del Museo de Historia Natural de Valparaíso)

ejecutar las expropiaciones que se requerían para darle cumplimiento.

La ampliación del edificio de la Gobernación con las dos torres proyectadas entró en conflicto con las líneas de rectificación propuestas por la propia Municipalidad de Valparaíso (Figura 6), sobreponiéndose a la vía pública en 4,50 metros e incumpliendo con ello el Código Civil[20]. La torre del lado poniente se sobreponía parcialmente al espacio de la plaza Sotomayor y la del lado oriente a la continuación del Pasaje N° 4 (actual pasaje Almirante Señoret). Después de varias sesiones, finalmente el Consejo Municipal discutió la posibilidad de realizar la excepción para este edificio, aprobando la solicitud pese al informe desfavorable de la Dirección de Obras y el abogado municipal.

Pese a la eliminación de la torre central y la mansarda, los refuerzos estructurales y la agregación de las torres (Figura 7), el edificio de la Bolsa Comercial resultó con grandes daños tras el terremoto de 1906. La torre del extremo poniente colapsó y cayó hacia un costado del edificio. La fachada del segundo piso que enfrentaba al mar se volcó y dejó expuesto los muros interiores. La fachada posterior no resultó con daños.

A partir de la observación de las fotografías del edifico posteriores al terremoto de 1906 (Figura 8), se puede afirmar que el derrumbe de las torres se produjo debido a la falta de refuerzos, los desprendimientos de los muros de fachada por falta de amarras y trabazón entre muros y tabiques transversales, de-

Figura 9. Elevación del proyecto de ampliación del edificio de la Gobernación Marítima, arquitecto Pablo Grosser, 1920 (AHPV, Dirección de Obras, Libro 4, 1920)

biendo tomarse en cuenta la significativa diferencia de espesor con los muros de la fachada. Si bien se observan una serie de perfiles metálicos embebidos en dinteles y muros de albañilería, ellos no logran conformar una jaula continua resistente a los movimientos sísmicos.

La ampliación de 1920

Después del terremoto de 1906 el edificio fue reconstruido, eliminado las dos torres laterales y recuperando la torre central (Figura 9). Luego, el año 1920 se construyó una ampliación, con una remonta de un tercer piso, proyectada por Pablo Grosser, arquitecto de la Oficina Defensa de Costas y Obras Hidráulicas de la Armada. La ampliación tenía por objetivo habilitar las oficinas de la Dirección de Artillería y Fortificaciones y el Territorio Marítimo. Los muros de la tercera planta, sobrepuestos a los muros de albañilería, se ejecutaron con una "tabiquería de concreto"[21], compuesta por bastidores armados con perfiles doble T, una red de varillas y relleno de concreto. Finalmente, el edificio fue demolido en la década de 1930, construyéndose en el mismo sitio en 1937 la Estación Puerto de Valparaíso.

Conclusiones

La historia constructiva de Valparaíso se entiende al analizarla desde los procesos continuos de daño y reparación que confirman la evolución de las ciudades como un proceso contrario a la linealidad y la estabilidad. La reparación es una práctica contenida en la interacción entre política, técnica y actores sociales, que mantiene los edificios a través del tiempo frente a desastres recurrentes como los terremotos, los incendios y asentamientos estructurales. El estudio de los daños en la arquitectura, por lo tanto, abre la oportunidad de desarrollar innovaciones constructivas que se comprenden como un proceso acumulativo de esfuerzos de distintos actores.

La construcción del edificio de la Gobernación Marítima y Bolsa de Comercio sobre terrenos ganados al mar evidenció límites constructivos como la baja capacidad portante de los suelos artificiales, asentamientos estructurales y sobrecargas que duplicaban la resistencia admisible del terreno. Estos hechos activaron un proceso de peritaje, propuestas de reforzamiento estructural, demoliciones, reconstrucciones y controversias entre autoridades, propietarios y oficios. En el debate se destaca la participación del arquitecto provincial, Roberto Nordenflycht, quien

defendió los criterios establecidos sobre estabilidad y seguridad, publicó artículos de opinión en el diario La Unión, formuló críticas a la calidad de los materiales y la mano de obra; y comparó el caso con referentes como el puente de Cal y Canto. En el mismo sector, el incendio del Hotel Inglés derivó en una disputa centrada principalmente en torno al destino del edificio por sobre las discusiones acerca de su reparación; por un lado, la Municipalidad proponía hacer valer la ley exigiendo la demolición del edificio; el propietario alegó que los daños no eran estructurales y que tenía derecho a reparar su propiedad, apoyándose en los alegatos de su arquitecto. En consecuencia, el caso del Hotel Inglés fue un precedente sobre el alcance de la normativa y el uso del espacio público, mostrando que el destino de un edificio siniestrado define también la forma urbana y las prioridades colectivas. Ambos episodios muestran que la gobernanza del riesgo fue un campo de negociación pública y normativa, más que un cálculo exclusivamente ingenieril.

La escasez de planimetría fue suplida mediante descripciones, informes de daños, actas del Concejo Municipal y el análisis forense de fotografías postales que permitieron reconocer los sistemas constructivos y los patrones de deterioro de los edificios. Estos recursos permitieron confirmar la coexistencia de comprensiones teóricas incipientes respecto a los fenómenos destructivos que, sin embargo, se traducían en una aplicación limitada de los saberes técnicos. En síntesis, las vulnerabilidades constructivas y estructurales de la ciudad corresponden a procesos establecidos por la noción de reparación en el tiempo, dando origen a procesos de innovación constructiva.

Agradecimientos

Esta ponencia es un resultado del Proyecto Fondecyt de Iniciación n° 11190301, "El terremoto de 1906 y su impacto en la arquitectura, la ingeniería y la construcción de Valparaíso" financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Agradecimientos al Archivo Histórico Nacional de Chile y el Archivo Histórico Patrimonial de la Ilustre Municipalidad de Valparaíso y su encargada Ana María Ojeda por su colaboración en la elaboración de esta ponencia.

Notas

1. 1890. "Construcciones en Valparaíso." *La Unión* (2 de febrero).
2. Archivo Histórico Nacional (AHN), Fondo Ministerio de Marina, vol. 451.
3. AHN, Fondo Ministerio de Marina, vol. 742.
4. 1890. "Construcciones en Valparaíso." *La Unión* (2 de febrero).
5. ANH, Fondo Ministerio de Marina, volumen 742. Informe del 27 de enero de 1896.
6. ANH, Fondo Ministerio de Marina, volumen 742.
7. AHN, Fondo Ministerio de Marina, volumen 742. Informe del 9 de marzo de 1896.
8. Dos informes detallados de los daños en edificios se pueden encontrar en: AHN, Fondo de la Municipalidad de Valparaíso, volumen 119, [Informe del Director de Obras Municipales] 14 de marzo de 1896 y [Informe del Director de Obras Municipales] 20 de marzo de 1896.
9. 1896. "Las Teorías de Falb." *El Mercurio* (14 de marzo).
10. 1896. "Los temblores en Valparaíso." *El Mercurio* (16 de marzo).
11. 1896. "Escuela Naval" y "El templo de la Merced." *El Mercurio* (17 de marzo).
12. 1896. "Edificio de la Bolsa Comercial." *La Unión* (12 de marzo).
13. 1896. "Edificio de la Bolsa Comercial." *La Unión* (13 de marzo).
14. Nordenflycht, Roberto. 1896. "Edificio de la Bolsa." *El Mercurio* (14 de marzo).
15. En el artículo se mencionan: Casa de Moneda, 5,80 kg./m^2; Catedral (Santiago), 6,30 kg. / m^2; Puente Mapocho (Santiago), 7,10 kg. / m^2; Puente Colchagua (S. Fernando) 9,90 kg. / m^2; Puente del Claro (Talca) 8,20 kg. / m^2; Invalidos (Paris), 14,76 kg. / m^2; Basílica de San Pedro (Roma), 16,00 kg. / m^2; Catedral de San Pablo (Londres), 19,00 kg. / m^2 (1896. "Edificio de la Bolsa Comercial." *La Union* (13 de marzo).
16. Nordenflycht se refiere al ingeniero francés Joseph Mathieu Sganzin, autor de *Programme ou résumé des lecons d'un cours de constructions : avec des applications tirées spécialment de l'art de l'ingenieur des ponts et chaussées* (1839-1841), libro disponible en Biblioteca Nacional de Chile.
17. Se refiere al arquitecto francés Jean Baptiste Rondelet (1743-1829) y posiblemente a su *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* de 7 volúmenes.
18. Nordenflycht, Roberto.1896. "Edificio de la Bolsa." *El Mercurio* (14 de marzo).
19. 1896. "El edificio de la Bolsa Comercial." *La Unión* (17 de marzo).
20. AHN, Fondo de la Municipalidad de Valparaíso, volumen 129, [Informe abogado municipal] 23 de abril de 1897.

21. Descripción de la “tabiquería de concreto”. Pies derechos de perfiles doble T de 100 x 50 x 8 mm. sobre solera perfil U de 100 x 60 x 8 mm. “encastrada” en el muro de ladrillo con anclotes de 1/4” por 60 cm. de largo. Pies derechos apernados a la solera con escuadras de fierro platino. Entre los pies derechos se armaron mallas con fierros redondos de 3/8” y 5/8” formando cuadricula de 0,40 m. El relleno de concreto tendrá 12 cm. de espesor (AHPV, Especificaciones Técnicas […] Gobernación Marítima (Archivo Histórico Municipal de Valparaíso, Dirección de Obras, Libro 4, 1920)).

Lista de referencias

Denis, Jérôme, Alessandro Mongili y David Pontille. 2015. Maintenance & Repair in Science and Technology Studies. *Tecnoscienza – Italian Journal of Science & Technology Studies* 6 (2): 5-15. https://doi.org/10.6092/issn.2038-3460/17251. https://tecnoscienza.unibo.it/article/view/17251.

Dulanto, Martin y José Barranca. 1869. *Informe sobre la teoría del astrónomo alemán Rodolfo Falb acerca de los temblores y erupciones volcánicas presentado a la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor de San Marcos de Lima por una comisión de su seno*. Lima: Imprenta de El Nacional Melchormalo.

Fernández Frías, Ricardo. 1885. *Resistencia de materiales*. Santiago: Imprenta Victoria.

Garnham, Francisco E. 1897. Plano de la ciudad de Valparaíso [material cartográfico]. Valparaíso: Litografía Excelsior.

Graham, Stephen y Nigel Thrift. 2007. Out of Order:Understanding Repair and Maintenance. *Theory, Culture & Society* 24 (3): 1-25. https://doi.org/10.1177/0263276407075954. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0263276407075954.

Henke, Christopher R. 1999. The Mechanics of Workplace Order: Toward a Sociology of Repair. *Berkeley Journal of Sociology* 44: 55-81.

Koning, Carlos. 1906. Las construcciones i el terremoto, informe pasado por la dirección de obras públicas al ministerio del ramo. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile* Año VI (n° 8-9): p. 405-411.

Leblanc, Félix. 1890. *[Álbum: vistas de Valparaíso]*.

Parada, Jaime. 2011. Profesión de Ingeniero y los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 1840-1927. En *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile : ingeniería y sociedad 1889-1929*, edited by Rafael Sagredo. Santiago de Chile: Cámara Chilena de la Construcción : Pontificia Universidad Católica de Chile : Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos.

Riveros, Alex, Pablo González y Alejandra Didier. 2004. La primera bolsa comercial de Valparaíso: información histórica y arqueológica. *Chungará (Arica)* 36, no. supl. espec.: 141-149.

Urbina, Rodolfo. 1999. *Valparaíso : auge y ocaso del viejo “Pancho,” 1830-1930*. Valparaíso: Editorial Puntángeles, Universidad de Playa Ancha : Universidad Valparaíso.

Valderrama, Lorena y Elisa Sevilla. 2021. La discusión pública de los pronósticos de terremotos de Rudolf Falb en Ecuador y la costa sudamericana del Pacífico (1869-1889). *História Unisinos* 25 (3): 420-434. https://doi.org/10.4013/hist.2021.253.03.

La bóveda aquitana en Salamanca y Ciudad Rodrigo: dos soluciones constructivas para una misma tipología

Rocío Maira Vidal

Las bóvedas aquitanas, originarias del occidente francés y de tradición románico-bizantina, fueron estructuras de crucería singulares por su forma esférica y la disposición concéntrica de sus hiladas de plementería. Su presencia en la Península Ibérica fue escasa, destacando las catedrales de Salamanca y Ciudad Rodrigo. Ambos edificios han sido medidos mediante fotogrametría para reproducir su despiece y analizar los patrones de seriación empleados en su ejecución, con el objetivo de evaluar su grado de desarrollo y evolución técnica en el marco del proyecto *Innovaciones constructivas en la Edad Media: orígenes, desarrollo y transmisión de nuevas tecnologías en el Occidente europeo (ss. XI–XIII)*.

Las bóvedas salmantinas, con solo dos nervios diagonales, presentan hiladas circulares y concéntricas a la clave, dispuestas como en una cúpula. Consideradas herederas de aquellas, las de Ciudad Rodrigo añadieron nervios rampantes que permitieron apoyar las hiladas sobre ellos y los diagonales, formando un polígono concéntrico en torno a la clave. Se trataba de la variante anglonormanda según Viollet-le-Duc (1996, 106–110), normanda según Lampérez (1908, 2: 55), cuya plementería derivaba de la evolución de la cúpula. Su rasgo principal era la disposición de los plementos perpendiculares a los ojivos (Rabasa 2000, 80–86), aunque en Ciudad Rodrigo no siempre se cumplió.

La elección de una u otra disposición supuso cambios notables en la ejecución. En Ciudad Rodrigo numerosas hiladas se realizaron con sillares engatillados, lo que prolongó la duración de la obra y obligó a realizar ajustes in situ. Esta práctica confirma la ausencia de un diseño geométrico previo, a diferencia del caso salmantino, que ofreció mayor flexibilidad gracias a hiladas de transición de altura variable, adaptadas a los vanos rectangulares sucesivos. Hasta ahora se había considerado que los rampantes buscaban solo reducir los medios auxiliares y simplificar la obra; sin embargo, también disminuyeron el trabajo de talla. Mientras que las bóvedas salmantinas se construyeron con sillares curvos de lechos concéntricos, las de Ciudad Rodrigo emplearon plementos prismáticos, de intradós ligeramente curvado, probablemente tallados in situ por talleres locales menos especializados.

Marco historiográfico. Cronología de las bóvedas aquitanas en Salamanca y Ciudad Rodrigo

Las catedrales de Salamanca y Ciudad Rodrigo fueron hitos esenciales en la evolución de los sistemas abovedados de la cuenca del Duero entre los siglos XII y comienzos del XIII. Ambas se inscribieron en el programa constructivo de Fernando II de León, que consolidó una red de sedes episcopales de filiación románica avanzada y notable coherencia técnica (Hernández Vegas 1935; Cabello y Lapiedra 1899).

Rocío Maira Vidal – Instituto de Historia del CSIC

En Salamanca, las primeras campañas (c. 1100–1150) comprendieron la cabecera y el crucero, cubierto este último en su extremo sur con una bóveda aquitana cupuliforme sobre trompas de filiación románica, cuyos nervios diagonales se han considerado ornamentales (Merino de Cáceres 2012). Las naves laterales (c. 1150–1180) se cerraron también con el sistema aquitano, de proporciones regulares y ritmo seriado en la sucesión de vanos, lo que indica un estricto control geométrico. La nave central (c. 1180–1195) introdujo bóvedas de crucería angevinas, utilizadas también en los vanos interiores de los brazos del crucero, con la plementería dispuesta según los ejes de la bóveda. En el tramo central de la nave principal se reutilizó el modelo aquitano, esta vez sobre planta oblonga, adaptando su plementería mediante hiladas reguladoras o de transición ya ensayadas en los tramos cuadrados anteriores. La racionalización geométrica y constructiva culminó en el cimborrio o Torre del Gallo (c. 1200–1220), cubierto con cúpula gallonada sobre nervios.

Los estudios de Esther de Vega sobre bóvedas aquitanas y angevinas precisaron las diferencias entre ambas tipologías, a menudo confundidas en trabajos previos. Su distinción fundamental radicaba en la disposición de la plementería: radial en las aquitanas y paralela a los ejes principales en las angevinas. En Salamanca, De Vega analizó la bóveda aquitana del crucero, destacando la presencia de hiladas concéntricas irregulares o de ajuste y el control consciente de su forma cupulada (De Vega 2011, 1442). Señaló además que, ejecutadas entre 1185 y 1195, estas bóvedas respondían a un contexto experimental, con rampantes curvos y nervios de sección variable, rasgos que reforzaban su carácter transicional entre el románico y el gótico (De Vega 2011, 1444–1445).

Mientras en Salamanca la evolución hacia fórmulas angevinas se consolidaba a finales del siglo XII, en la Catedral de Ciudad Rodrigo el desarrollo de las bóvedas siguió una secuencia paralela, aunque más tardía. Iniciada hacia 1165–1168 bajo la dirección del maestro Benito Sánchez, la obra combinó soluciones románicas en la cabecera, cubierta con cañones apuntados, con nuevas propuestas cupuliformes introducidas durante la reanudación bajo el reinado de Alfonso IX (c. 1210–1230). Estas bóvedas, erróneamente consideradas angevinas por algunos autores (Crozet 1972, 105; Martínez Frías 1996, 118), correspondían en realidad a variantes aquitanas evolucionadas. En este contexto, las bóvedas de las naves laterales se levantaron sobre vanos de gran irregularidad en planta, condición que, junto con otros rasgos constructivos, las aleja de las salmantinas, donde se advierte una planificación modular más rigurosa.

Tradicionalmente se había considerado que, a diferencia de las salmantinas, las nervaduras de las bóvedas de Ciudad Rodrigo contribuían activamente a la estabilidad del conjunto, lo que las diferenciaba del carácter decorativo atribuido a las primeras (Crozet 1972, 111; Hernández Vegas 1935, 157–159). Varios autores señalaron además que los nervios no formaban parte del proyecto inicial, sino que se incorporaron durante la construcción para adaptar las estructuras románicas existentes a las nuevas soluciones de crucería. Esta interpretación se apoyaba en la ausencia de soportes preparados y en la improvisación de repisas en los puntos de arranque, indicios de una introducción posterior y funcional, más que ornamental (Crozet 1972, 111; Martínez Frías 1996, 118). Gudiol Ricart y Gaya Nuño (1948, 23–24) coincidieron en ver en estas bóvedas una fase de transición previa a la crucería plenamente gótica, al observar que su configuración se acercaba más a las bóvedas de ojiva francesas que a las estructuras cupuliformes románicas, marcando así el tránsito hacia una nueva concepción estructural del espacio.

Las bóvedas del crucero y de la nave principal se construyeron tras una larga interrupción de los trabajos, ya en el siglo XIV, coincidiendo con la reanudación de la fábrica catedralicia. Hernández Vegas las describió como "la parte más moderna de la obra primitiva" (Hernández Vegas 1935, 183–184), mientras Martín Benito situó esa reanudación en torno a 1319, cuando se alzaron las cubiertas de la nave central y del crucero (Martín Benito 2005, 70–71). Martínez Frías confirmó esta cronología al advertir el cambio de tono en la piedra, indicio material de una nueva fase constructiva (Martínez Frías 2005, 141). En conjunto, como subrayaron Hernández Vegas, Prieto Vielba y Hernando Garrido, estas cubiertas, de mayor elevación y trazado más gótico, reflejaron la evolución técnica y formal del proyecto inicial (Hernández Vegas 1935, 183–184; Prieto Vielba y Hernando Garrido 2008, 147).

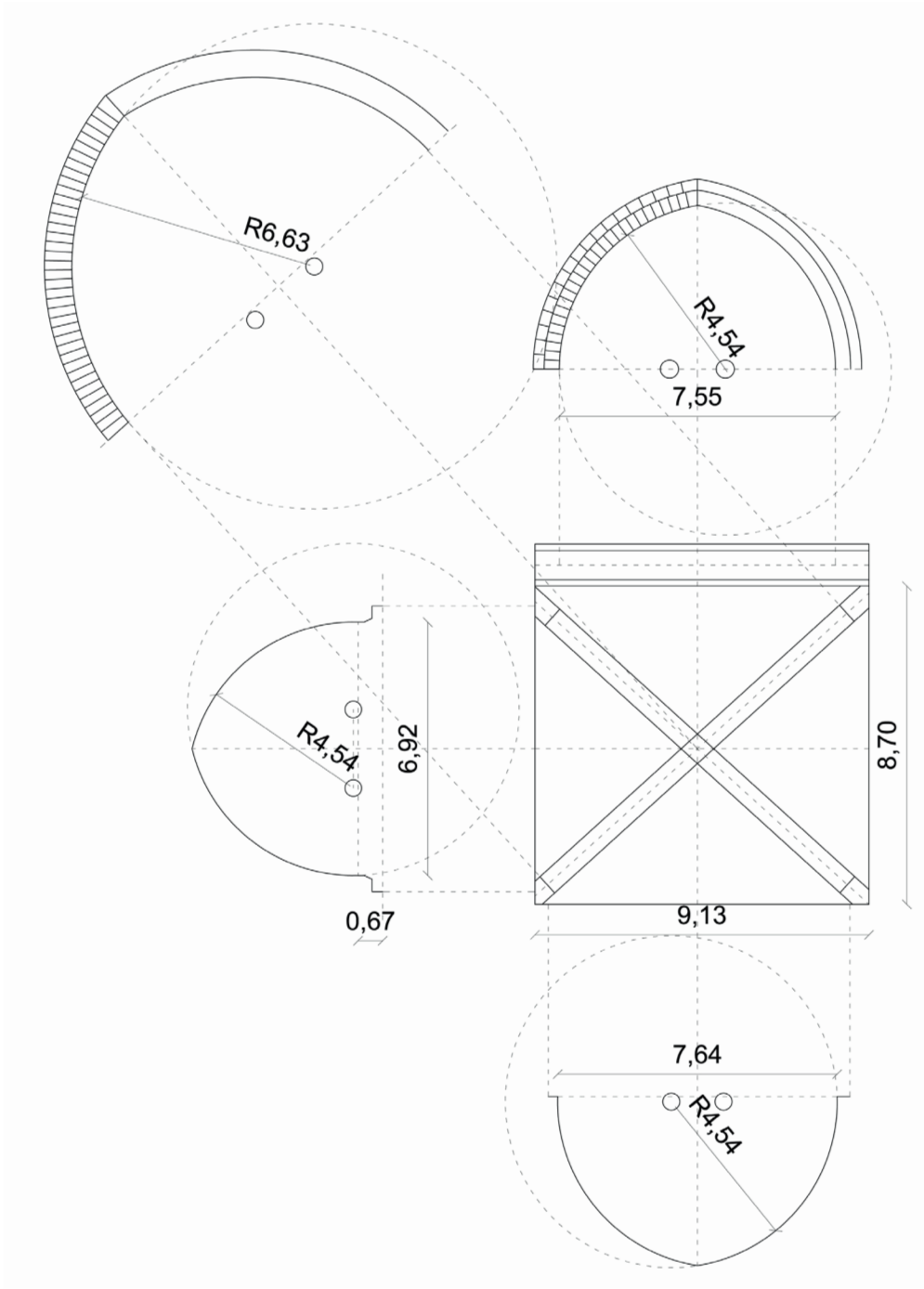


Figura 1. Montea de la bóveda aquitana del crucero meridional de la Catedral de Salamanca

Bóvedas aquitanas de la Catedral vieja de Salamanca

Se ha llevado a cabo el análisis constructivo comparado de tres bóvedas aquitanas de la Catedral de Salamanca: la del extremo sur del crucero meridional, la del segundo vano desde el oeste en la nave lateral sur (frente a la puerta de Santa Lucía) y la del vano central de la nave principal.[1] Las monteas revelan una geometría precisa: los nervios diagonales son arcos apuntados cuyos centros se sitúan en la línea de cornisa, y las deformaciones observadas no superan los cinco centímetros en el centro del vano. Estos nervios no comparten curvatura con los perpiaños y formeros, de menor apertura y altura, lo que indica que los arcos de apoyo fueron ejecutados con anterioridad a las bóvedas, con cimbras y diseños independientes. En este contexto, la estandarización entre fajones y diagonales carecía de sentido, pues el diseño general del edificio y el uso de bóvedas aquitanas respondían a la intención de fragmentar el espacio en vanos sucesivos, facilitando su ejecución posterior. Esta disposición espacial, característica de las cronologías tempranas de la plena Edad Media, fue abandonándose progresivamente en favor de estructuras más ligeras y continuas.

Las plementerías de las tres bóvedas se aproximan al despiece de las cúpulas, siguiendo los meridianos y paralelos esféricos. En los apoyos, el despiece se realizó mediante hiladas de altura constante, que resolvían estas zonas como triángulos esféricos o pechinas. A la altura de las claves de los nervios perimetrales se dispusieron una serie de hiladas reguladoras o de transición, ya señaladas por Esther de Vega, que muestran cómo se diseñaron y ejecutaron estas estructuras (Fig. 2). Su altura era variable, menor en los apoyos sobre los nervios diagonales y mayor en el centro del vano, corrigiendo así la dirección y la forma de las hiladas para poder ejecutar en la mitad superior el despiece por hiladas circulares y concéntricas. Estas hiladas de transición eran necesarias para adaptar el despiece cupuliforme a una volumetría ligeramente apuntada, no semiesférica.

Las superficies de plementería no se concibieron como una envolvente esférica continua, sino de manera independiente en cada cuartel. Las hiladas no son continuas entre los cuarteles contiguos, especialmente en las bóvedas de las naves (Fig. 3), lo que hacía necesarios los nervios como apoyo durante su ejecución. En las cúpulas, cada anillo de plementería es autoportante una vez cerrado, aunque la estructura permanezca incompleta; en estas bóvedas aquitanas, en cambio, los nervios diagonales resultaron imprescindibles durante el montaje, por lo que no fueron elementos ornamentales, sino verdaderos soportes de la plementería. Esta particularidad sugiere además que los cuarteles se ejecutaron simultáneamente, aunque de forma independiente, por distintas cuadrillas coordinadas.

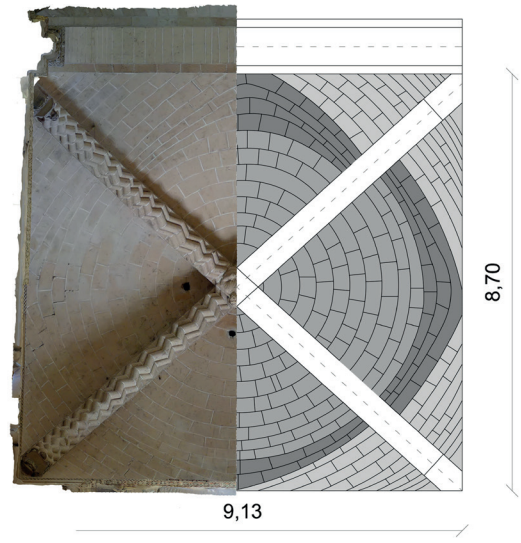


Figura 2. Plementería de la bóveda del crucero sur de la Catedral de Salamanca (en gama de grises se distinguen las hiladas concéntricas, las reguladoras y las de las pechinas)

Esta discontinuidad ya fue señalada por Vicente Lampérez, quien calificó la estructura como bóveda aquitano-normanda o española, al no encontrar rasgos semejantes fuera de la Península (Lampérez 1908, 2: 55). Las nervaduras no solo definieron la geometría del cascarón, sino que actuaron como soportes permanentes durante su ejecución, una estrategia altamente eficaz para responder a las variaciones de planta y proporción surgidas en campañas sucesivas.[2] Así, en la bóveda aquitana de la nave central, de planta rectangular, el uso combinado de nervios diagonales y de hiladas reguladoras fue esencial para conseguir un despiece superior circular y concéntrico. Se trata de una solución ingeniosa y plenamente coherente con la arquitectura plenomedieval, flexible y adaptable a los cambios de diseño y proporción.

Figura 3. Fotogrametría del segundo tramo desde el oeste de la nave sur de la Catedral de Salamanca. Se observa la falta de continuidad entre las hiladas de los cuarteles de plementería; el punto 0 indica el centro geométrico de las hiladas concéntricas

El análisis geométrico confirmó que, en las bóvedas de las naves, las hiladas circulares de plementería no son concéntricas respecto de la clave, sino que cada cuadrante establece su propio centro de curvatura en la intersección de los nervios que lo delimitan (Fig. 3). Aunque el número de hiladas coincide entre cuarteles contiguos, su anchura y altura varían, y la falta de continuidad entre ellos confirma la independencia constructiva de cada superficie. Su talla se realizó necesariamente in situ, con colocación sincrónica para resolver los ajustes requeridos. Las hiladas reguladoras, sin geometría fija, se adaptaron sobre la marcha, tallando sillares curvos cuyas caras superior e inferior presentan curvaturas distintas, no definidas por círculos concéntricos sino por curvas libres y cambiantes, próximas a óvalos o elipses.

Las dovelas de la bóveda aquitana del crucero sur son piezas cortas, talladas sin curvatura y colocadas con la escuadra, a modo de ladrillos de canto. En su ejecución se alcanzaron ciertos niveles de seriación, necesarios para lograr la decoración en zigzag del intradós. Se emplearon dos tipos de dovelas simétricas y de longitud similar para formar cada diente de sierra. Como en las bóvedas de la Catedral de Durham (Maira Vidal, Buchanan y Webb 2025), se trata de una seriación incipiente: las pequeñas variaciones de longitud se compensaron marcando con plantillas la posición del baquetón en ambos extremos de cada pieza. Así, el diente de sierra resultante, aunque tenga distinta longitud y ángulo en cada caso, mantuvo su continuidad a lo largo del nervio. Este sistema, estandarizado pero flexible, permitió adaptarse a las irregularidades sin perder coherencia formal. En las

Figura 4. Jarjas y claves en la bóveda oeste de la nave sur de la Catedral de Salamanca (izquierda) y en la nave norte de la Catedral de Ciudad Rodrigo (derecha)

bóvedas de las naves laterales, las dovelas presentan un gran baquetón central, mientras que en la nave principal cuentan con dos baquetones a cada lado del eje de simetría; en ambos casos son dovelas rectas, sin curvatura, pero algo más largas, sobre todo en las naves laterales.

Las claves, de forma prismática y con el intradós decorado, carecen de brazos salientes para resolver los encuentros con las dovelas de los nervios. Esta característica, unida a la ausencia de jarjamentos en los apoyos, ejecutados con dovelas independientes a modo de salmeres, evidencia un estadio incipiente en el desarrollo de la cantería (Fig. 4).

Tanto los plementos como las dovelas de las bóvedas salmantinas presentan marcas de cantería visibles en el intradós. En algunos casos son dobles, una de cantería y otra de posición, un rasgo poco frecuente en bóvedas de crucería que sugiere un control preciso durante la colocación de las piezas.

Las bóvedas salmantinas no deben considerarse simples herederas de las cúpulas románico-bizantinas: su construcción revela un alto grado de especialización y previsión, acorde con la precisión geométrica de las monteas y con el uso consciente de la estandarización como recurso técnico.

Bóvedas aquitanas en la Catedral de Ciudad Rodrigo

La Catedral de Ciudad Rodrigo ofrece un panorama constructivo muy distinto, aunque vinculado tipológicamente con el modelo salmantino. La geometría de sus nervios diagonales resulta irregular y poco definida: no son arcos apuntados, pues el tercio superior no responde a esa curvatura ni presenta un punto de inflexión en la clave. Lo que comienza como un arco apuntado se transforma en una curva más baja y abierta, próxima al óvalo o la elipse (Fig. 5). Además, los dos arcos ojivos no coinciden entre sí, lo que refuerza la idea de que no derivan de un diseño previo, sino de una adaptación práctica a las cotas de clave y a la pendiente de los cuarteles de plementería. En realidad, los nervios parecen haberse modificado durante la obra para ajustarse a la altura general de las claves y a las irregularidades del trazado perimetral. Este procedimiento, más empírico que proyectual, evidencia un uso limitado de la geometría como herramienta de control formal y un desarrollo esencialmente artesanal del proceso constructivo (Fig. 6).

El objetivo principal en Ciudad Rodrigo fue asegurar la continuidad de las hiladas de plementería, evitando desviaciones que impidieran cerrar las superficies con una disposición aproximadamente concéntrica en torno a la clave. No se pretendió reproducir una geometría semiesférica, sino lograr un resultado ordenado mediante una talla más rápida y sencilla. Al añadir los nervios rampantes se redujo la superficie libre entre apoyos y, con ello, la necesidad de cimbras complejas. Los plementos pudieron colocarse directamente sobre los nervios, que actuaban como soporte y como cimbras permanentes, aunque sin el rigor proyectual observado en Salamanca.

Las primeras hiladas, equivalentes a las pechinas de una cúpula, se labraron con ancho constante. A medida que avanzaba la bóveda hacia la clave, la dirección se corregía mediante hiladas reguladoras, más estrechas en sus extremos, siguiendo el mismo principio aplicado en Salamanca. Estas hiladas permitían compensar la distinta longitud entre los apoyos, fajones y rampantes, de modo que cuando las desviaciones acumuladas impedían mantener la mis-

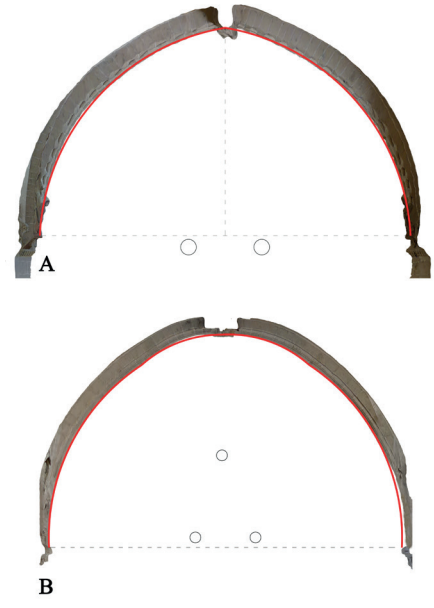


Figura 5. Geometría comparada de los nervios ojivos en la bóveda del crucero sur de Salamanca (arriba) y en la nave norte de Ciudad Rodrigo (abajo)

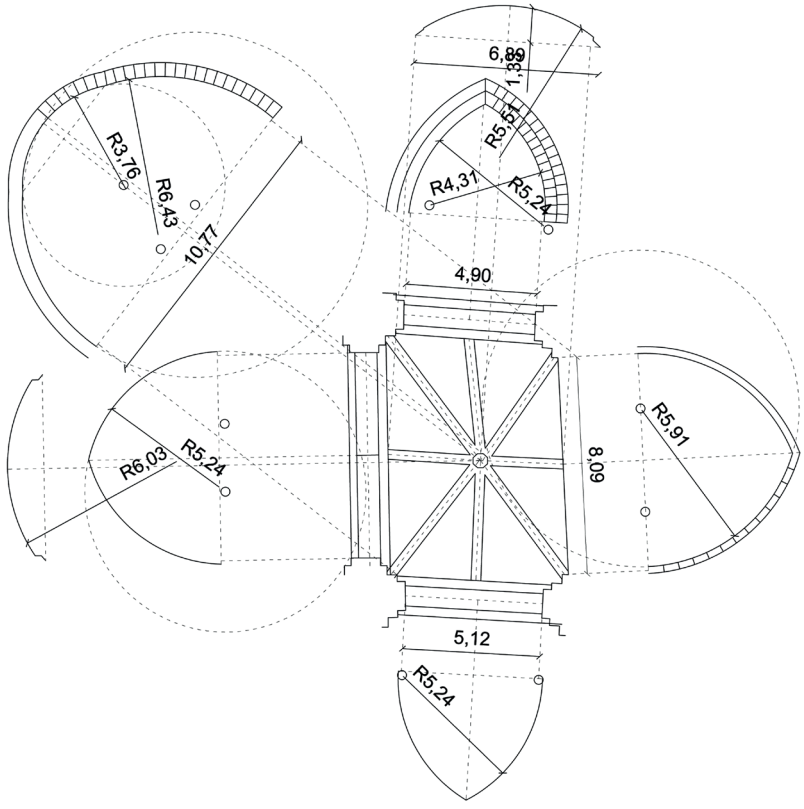


Figura 6. Montea de la bóveda del tramo oriental de la nave norte de la Catedral de Ciudad Rodrigo

ma altura se introducían engatillados entre los plementos (Fig. 7). Su posición, centrada en los cuarteles, revela un trabajo in situ, con talla y colocación casi simultáneas. Cada pieza se ajustaba sobre la marcha, y las superiores, de mayor tamaño y curvatura más tenue, se tallaban como prismas retocados para mantener la continuidad visual del intradós.

Los sillares utilizados en Ciudad Rodrigo son, por lo general, de mayor longitud que los de Salamanca. Las piezas que cerraban las hiladas superiores son casi paralelepípedas, con curvatura mínima trabajada directamente sobre el andamio para suavizar la transición hacia la clave. Este método refleja un conocimiento empírico del material y una ejecución guiada por la experiencia más que por un trazado geométrico previo. La sencillez de la talla facilitó el avance de la obra, aunque redujo la precisión del conjunto y le confirió un aspecto más tosco, pero eficaz.

La irregularidad de los nervios confirma esta misma lógica constructiva: sus trazados no responden a un patrón sistemático, sino a adaptaciones sucesivas durante la obra. La estereotomía, aunque sencilla, muestra cierta evolución respecto a Salamanca. Las claves son prismáticas, con ocho caras poligonales para recibir los nervios, verdaderos cilindros facetados donde se empotran las dovelas recortadas en sus laterales para ajustar la unión. En algunos casos se marcó sobre la cara del prisma la sección del nervio correspondiente, sirviendo de guía durante el montaje (Fig. 4).

Los apoyos de los nervios muestran soluciones diversas. Los jarjamentos se reservaron para los apoyos interiores, sobre las columnas que separan las naves laterales de la principal, donde se apilan hasta seis piezas superpuestas (Fig. 4). En algunos casos las primeras hiladas agrupan los tres nervios, ojivo y

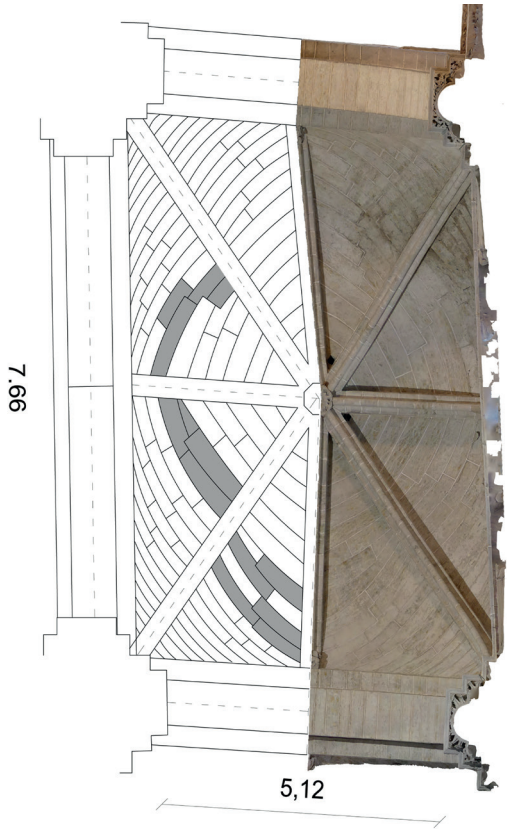


Figura 7. Plementería de la bóveda de la nave norte de Ciudad Rodrigo (en gris, los plementos engatillados)

fajones, y se van separando gradualmente hasta formar dovelas independientes; en otros, todas las jarjas se independizan simultáneamente. No se emplearon jarjas en los apoyos de los formeros, ya que el espacio sobre la cornisa permitió apoyar dovelas separadas, a veces recortadas por el trasdós. Las dovelas son cortas, aunque algo más largas que las salmantinas, talladas rectas y a escuadra. Estas soluciones, funcionales pero irregulares, apuntan a la participación de cuadrillas locales con destreza media y una tendencia a evitar operaciones estereotómicas complejas, salvo donde eran imprescindibles.

Las marcas de cantería son abundantes y coherentes con las de los muros inferiores. Algunas son pequeñas perforaciones hechas con punzón o compás, y en varias dovelas se observan marcas dobles, probablemente de cantería y de posición.

En las bóvedas del crucero central, las plementerías se resolvieron mediante hiladas concéntricas de igual altura, aunque sin continuidad entre los distintos cuarteles. Cada cuadrante se ejecutó de forma independiente, lo que hizo imprescindible la presencia de los nervios durante el montaje. Las claves, más elaboradas que en las naves laterales, muestran brazos moldurados de corto desarrollo que anticipan soluciones propias del siglo XIII. Se percibe así una evolución técnica y una lenta asimilación de nuevas formas estereotómicas, aunque la talla sigue siendo imprecisa y los encajes no siempre coinciden.

En la nave principal se volvió a un planteamiento más simple. Las plementerías se labraron in situ con engatillados frecuentes, sin continuidad entre cuarteles y con hiladas irregulares, lo que evidencia un sistema de ejecución artesanal. Desde el trasdós se aprecia que los plementos apenas están desbastados en su cara exterior y apoyan directamente sobre los nervios, confirmando que se trata de auténticas bóvedas de crucería, no de cúpulas decoradas. El contraste con ejemplos foráneos es significativo: en Saint-Serge de Angers las bóvedas funcionan como verdaderas cúpulas donde los nervios forman parte de la plementería, mientras que en Las Huelgas Reales de Burgos la plementería apoya sobre los nervios pero con un trasdós regular y curvado, aún de lógica cupular. Ciudad Rodrigo se sitúa entre ambos extremos, adoptando la sencillez de la crucería y conservando la volumetría de las estructuras cupuladas, pero apenas desbastada por el exterior. Estos abovedamientos revelan un modo de construir basado en la experiencia directa y la adaptación continua, donde la simplificación de la talla y de los medios auxiliares permitió avanzar con recursos limitados, aunque a costa de una menor previsión y un proceso más lento.

Comparación entre Salamanca y Ciudad Rodrigo

Las bóvedas de Salamanca y Ciudad Rodrigo representan dos modos opuestos de concebir y ejecutar la crucería cupulada. En Salamanca prevaleció un control geométrico preciso, con monteas bien definidas y nervios idénticos. En Ciudad Rodrigo, en cambio, dominó una lógica empírica, dependiente del oficio y de la ejecución, con curvaturas irregulares y ajustes sucesivos incluso entre pares equivalentes. Esta diferencia trasciende lo formal: refleja dos niveles de co-

nocimiento y organización. Mientras en Salamanca la bóveda se entendía como una estructura gobernada desde la traza y la geometría, en Ciudad Rodrigo se construyó a partir de la experiencia directa y la corrección constante en obra.

El contraste es igualmente visible en el tratamiento de la plementería. En Salamanca, cada cuadrante se ejecutó de forma independiente, con hiladas concéntricas no continuas e hiladas reguladoras que corrigieron su dirección sin alterar el orden general, dentro de una lógica geométrica definida por la montea. En Ciudad Rodrigo, en cambio, los engatillados entre piezas evidencian la ausencia de planificación previa: las correcciones se hicieron directamente sobre la piedra y sin coordinación entre cuarteles, dando lugar a un despiece irregular pero eficaz. Así, mientras Salamanca anticipó la racionalidad de los nuevos sistemas de abovedamiento, Ciudad Rodrigo prolongó un empirismo heredado de los métodos constructivos tradicionales, aunque adaptado a la técnica de la crucería.

También difieren en la forma de entender la seriación y la estandarización. En Salamanca se empleó un repertorio de dovelas seriadas con pequeñas variaciones, especialmente en los nervios decorados en zigzag, donde el patrón alternante permitió un montaje rápido y previsible. Se trata de una estandarización flexible que admitía ligeras diferencias sin comprometer la unidad. Las hiladas de plementería concéntricas facilitaron una talla basada en la geometría previa, con piezas intercambiables dentro de la misma hilada con **mínimos ajustes**, evitando tallas in situ. En Ciudad Rodrigo, por el contrario, no existió seriación previa: cada pieza se talló y colocó individualmente, ajustándola en obra a su posición, lo que generó mayor irregularidad pero también una notable capacidad de adaptación. En Salamanca la repetición fue planificada mientras que Ciudad Rodrigo es resultado espontáneo de la práctica.

La estereotomía refuerza esta lectura. En Salamanca, las claves, paralelepípedas, y las esculturas de arranque labradas por superposición de dovelas revelan una solución arcaica pero coherente con la sencillez del sistema: sin jarjas ni encuentros complejos, con uniones limpias y directas. En Ciudad Rodrigo, en cambio, las claves poligonales y el uso parcial de jarjas muestran una voluntad de perfeccionamiento técnico, aunque la ejecución siguió siendo irregular, con molduras desviadas y tallas imprecisas. La diferencia radicó menos en el conocimiento que en los medios: en Salamanca se dispuso de mayores recursos y mano de obra especializada mientras que en Ciudad Rodrigo las soluciones fueron más económicas, adaptadas a talleres locales.

Esta oposición alcanzó también la organización del taller. En Salamanca la previsión geométrica permitió coordinar la producción de sillares, el trazado de plantillas y el montaje, reduciendo los tiempos. En Ciudad Rodrigo, la talla y la colocación simultáneas ralentizaron el proceso y lo hicieron depender de las condiciones materiales y climáticas. El maestro salmantino dominaba el trazado y la proyección de la forma antes de construir; el de Ciudad Rodrigo confió en la experiencia directa y la pericia del cantero. Ambas soluciones fueron eficaces, pero expresan concepciones distintas del oficio y del papel del maestro.

En términos estructurales, la diferencia es igualmente reveladora. En Salamanca, los nervios portantes gobiernan la geometría y sostienen los cuarteles de plementería; en Ciudad Rodrigo, aunque también actúan como cimbras permanentes, su trazado irregular y ejecución in situ redujeron su función a una referencia práctica. La estructura salmantina aparece como un organismo premeditado y fruto de un diseño previo; la de Ciudad Rodrigo, como una construcción progresiva definida por decisiones acumulativas. Sin embargo, ambas comparten el principio esencial de considerar los nervios como elementos estructurales y no decorativos: incluso en su forma más improvisada, el maestro de Ciudad Rodrigo comprendió su función portante y su valor para simplificar la puesta en obra.

En conjunto, ambos casos evidencian cómo una misma tipología ofrecía respuestas distintas según el contexto. Salamanca representa la culminación de un modelo técnico que integra geometría, seriación y control formal; Ciudad Rodrigo, su adaptación a una economía más modesta, donde el conocimiento se transmite por la práctica y la precisión cede ante la flexibilidad. Entre ambas se reconoce la transición entre dos modos de construir: uno regido por la previsión geométrica del siglo XII avanzado, y otro más empírico, preludio de la diversidad técnica del siglo XIII, cuando la crucería se consolidó como sistema general en Europa.

Hacia unas conclusiones

Las diferencias entre las bóvedas de las catedrales de Salamanca y Ciudad Rodrigo permiten extraer conclusiones de alcance general sobre los procesos constructivos medievales y, en particular, sobre la evolución del conocimiento técnico en los siglos XII y XIII. Ambos casos demuestran que la bóveda aquitana, como otras tipologías (Maira Vidal 2017a, Maira Vidal 2017b), no fue un modelo estático, sino un terreno de experimentación donde se ensayaron distintas formas de articular el espacio, controlar la geometría y organizar el trabajo. Su estudio muestra que la transmisión del saber constructivo no fue lineal ni uniforme, sino fruto de adaptaciones locales, reinterpretaciones sucesivas y de la interacción constante entre teoría y práctica.

En Salamanca, el rigor del trazado y la coherencia estructural evidencian un proyecto geométrico previo, que permitió planificar la talla, prever los encuentros y racionalizar los recursos. La obra responde a un sistema de construcción donde dibujo, montea y estandarización actúan como instrumentos de control técnico, reflejado en la organización del taller, la secuenciación de tareas y la coordinación entre maestro y cuadrillas, así como en la capacidad para prever los efectos estructurales del diseño.

Por el contrario, Ciudad Rodrigo ofrece una imagen más flexible, donde la ejecución in situ, la talla simultánea a la colocación y la presencia de engatillados revelan una organización empírica sustentada en la experiencia del oficio. No existió un control geométrico riguroso, pero sí una comprensión intuitiva de las formas y de la lógica de la crucería. Este modo de proceder, más lento y dependiente de los recursos locales, no implicó menor conocimiento, sino una aplicación distinta del saber técnico, adaptada a los medios materiales y humanos disponibles.

El contraste entre ambas obras permite observar cómo la especialización y la división del trabajo se vinculan al grado de previsión geométrica de cada taller. Donde había abundante mano de obra y un maestro con formación geométrica, la construcción alcanzaba mayor coordinación y jerarquía técnica; donde los recursos eran limitados, la organización era horizontal y dependiente del saber compartido entre cuadrillas. Esta diferencia condicionó también la difusión del conocimiento: los sistemas planificados, basados en geometría y estandarización, se transmitían con facilidad; los empíricos, en cambio, de forma oral y práctica, ligados a la experiencia directa del trabajo.

Desde una perspectiva más amplia, la comparación entre Salamanca y Ciudad Rodrigo revela la coexistencia de dos formas complementarias de innovación en la Plena Edad Media: una proyectual, basada en la abstracción geométrica y la estandarización de los procesos, y otra empírica, fruto de la adaptación de soluciones conocidas a condiciones concretas. Ambas buscaban optimizar la obra y garantizar su estabilidad con medios limitados, pero difieren en los instrumentos empleados. En Salamanca se manifiesta una tendencia hacia la racionalización geométrica y constructiva propia de finales del siglo XII, mientras que en Ciudad Rodrigo persistieron métodos empíricos reinterpretados según las nuevas exigencias de la crucería.

Estas diferencias permiten matizar la idea de un progreso técnico lineal. La coexistencia de soluciones tan diversas muestra que la evolución de la construcción medieval no avanzó por sustitución, sino por superposición y convivencia de sistemas. Cada taller asimiló las innovaciones según sus recursos y su contexto económico. Así, las bóvedas aquitanas peninsulares, aun compartiendo un mismo origen, se convirtieron en expresiones distintas de una misma búsqueda: racionalizar el trabajo de la piedra y articular el espacio con mayor precisión.

En última instancia, el estudio comparado de ambos conjuntos evidencia que la historia de la construcción medieval fue un proceso de transferencia y adaptación más que de invención aislada. La innovación técnica no radicaba en la aparición de nuevas formas, sino en la capacidad de reinterpretar los procedimientos y ajustarlos a realidades cambiantes. Salamanca y Ciudad Rodrigo ejemplifican, desde perspectivas opuestas, esa dinámica de evolución práctica que caracterizó la cultura constructiva del siglo XII, una cultura que combinó las tradiciones heredadas con las nuevas exigencias técnicas y espaciales de la crucería y, en ese tránsito, sentó las bases de la racionalidad constructiva europea.

Agradecimientos

Esta publicación forma parte del proyecto de I+D+i «Innovaciones constructivas en la Edad Media: orígenes, desarrollo y transmisión de nuevas

tecnologías en el Occidente europeo (ss. XI–XIII)» (PID2020-119583RJ-I00), financiado por el Plan Nacional 2020 de la Agencia Estatal de Investigación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033).

Notas

1. Las bóvedas y muros de la Catedral Vieja de Salamanca presentan un enlucido que simula el despiece de sillería. En la mayoría de los casos, este coincide con el despiece real, y cuando no lo hace resulta evidente, ya que las juntas reales se aprecian bajo el revestimiento y los desconchones, fisuras y grietas confirman su posición.
2. Las bóvedas del crucero sur y de la nave lateral meridional, casi cuadradas en planta, facilitaron la disposición de la plementería en forma cupulada.

Lista de referencias

Cabello y Lapiedra, Luis María. 1899. *La catedral de Ciudad Rodrigo: Memoria descriptiva.* Barcelona: Henrich y Cª.

Crozet, René. 1972. La cathédrale de Ciudad Rodrigo. *Bulletin Monumental* 130: 97–111. https://doi.org/10.3406/bulmo.1972.5141.

De Vega García, Esther. 2011. ¿Angevinas o aquitanas? Bóvedas cupuladas protogóticas en Castilla y León. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Santiago de Compostela, 26–29 de octubre de 2011), eds. Santiago Huerta, Ignacio Gil Crespo, Sofía García y Manuel Taín, 1442–1450. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gudiol Ricart, José, y Juan Antonio Gaya Nuño. 1948. *Arquitectura y escultura románicas.* Vol. 5 de *Ars Hispaniae: Historia universal del arte hispánico.* Madrid: Editorial Plus-Ultra.

Hernández Vegas, Mariano. 1935. *Ciudad Rodrigo: La catedral y la ciudad.* 2 vols. Salamanca: Imprenta Comercial Salmantina.

Lampérez y Romea, Vicente. 1908. *Historia de la arquitectura cristiana española en la Edad Media según el estudio de los elementos y los monumentos. Tomo I.* Madrid: J. Blassy y Cía.

Maira Vidal, Rocío. 2017a. The Evolution of the Knowledge of Geometry in Early Gothic Construction: The Development of the Sexpartite Vault in Europe. *International Journal of Architectural Heritage* 11 (7): 1005–1025. https://doi.org/10.1080/15583058.2017.1332254.

Maira Vidal, Rocío. 2017b. Evolution of Construction Techniques in the Early Gothic: Comparative Study of the Stereotomy of European Sexpartite Vaults Using New Measurement Systems. *Journal of Cultural Heritage* 28: 99–108. https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.05.005.

Maira Vidal, Rocío, Alexandrina Buchanan y Nicholas Webb. 2025. Innovation and Knowledge Transfer at Durham Cathedral: The High Vaults of the Transepts and Nave. En *Construction Innovation: Materials, Processes and Systems. Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the Construction History Society (Queens' College, University of Cambridge, 26–27 de septiembre de 2025)*, eds. James W. P. Campbell, Nina Baker, Alexandrina Buchanan, Michael Heaton, Natcha Ruamsanitwong, Fiona Smyth, Tom Peters y David Yeomans. Cambridge: The Construction History Society.

Martín Benito, José Ignacio. 2005. *Historiografía de la catedral de Ciudad Rodrigo.* Ciudad Rodrigo: Centro de Estudios Mirobrigenses.

Martín Martín, José Luis. 1975. *El cabildo de la catedral de Salamanca (siglos XI–XIII).* Salamanca: Centro de Estudios Salmantinos, Patronato José María Quadrado, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Martínez Frías, José María. 1994. Arquitectura gótica. En *Historia del arte de Castilla y León*, vol. 3 (*Arte gótico*), coord. José Javier Rivera Blanco y Domingo J. Sánchez Zurro; dir. Francisco Javier de la Plaza Santiago y Simón Marchán Fiz, 85–218. Valladolid: Ámbito Ediciones. ISBN 84-8183-003-8.

Merino de Cáceres, José María. 2012. La catedral vieja. En *La catedral de Salamanca*, coord. René Jesús Payo Hernanz y Valentín Berriochoa Sánchez-Moreno, 101–146. Burgos: Promecal Publicaciones.

Prieto Vielba, Juan Carlos, y José Luis Hernando Garrido. 2008. Catedral de Ciudad Rodrigo. En *Enciclopedia del Románico en Castilla y León. Salamanca*, vol. II, 142–160. Aguilar de Campoo: Fundación Santa María la Real. (véase p. 147).

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra: De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX.* Madrid: Akal, colección "Textos de Arquitectura."

Viollet-le-Duc, Eugène. 1996. *La construcción medieval.* Madrid: Editorial Juan de Herrera.

Contra el albañil Antonio Cid: un litigio sobre la escasez de constructores en Santafé de Bogotá (1579-1580, Nuevo Reino de Granada)

Francisco Mamani Fuentes

A fines del siglo XVI, la Audiencia de Santafé afrontó una oleada de construcción de iglesias doctrineras en pueblos de la Real Corona, empujada por la política de evangelización y por autos que definían trazas y condiciones estandarizadas para levantar templos robustos y que perduraran en el tiempo (Quiroga Zuluaga 2014). El nudo estaba, sin embargo, en la escasez de mano de obra cualificada. Esto tuvo un impacto importante en el desarrollo de la arquitectura neogranadina, pues la falta de maestros y oficiales de albañilería, carpintería y cantería, condujo a la necesidad de recurrir constantemente a las mismas personas para la contratación de las obras (Romero Sanchez 2012, 168-169).

Ese desajuste oferta-demanda convive con un procedimiento de pregones y remates a la baja y con una especie de «libre competencia» que, permitía incluso contratar a un oficial de carpintería para la construcción de una iglesia de doctrina o a un maestro albañil para la elaboración de una armadura de madera (Romero Sanchez 2011; Arango Liévano 2015)), fenómeno verificado en múltiples contratos emitidos por la Audiencia. En este marco, la disputa contra Antonio Cid (1579-1580) se vuelve un caso ejemplar para observar malas prácticas (baja extrema, intrusismo laboral, empleo de mano no cualificada, falta de control técnico) y los mecanismos correctivos que la propia Audiencia activó en ausencia de un gremio local.

Las trazas y el ciclo de contratación: condiciones, pregones y remates

El litigio contra Antonio Cid tiene por punto de inicio el expediente datado en 1579 donde la Audiencia de Santafé dicta un auto para la edificación de las iglesias de pueblos de indios del Rey que se encontraban en las localidad de Cajicá, Pasca, Chía y Saque (Archivo General de la Nación, Colombia (AGN).Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21.D.45, ff.850r-850v) (Figura 1). Las iglesias debía responder planimétrica y constructivamente a las siguientes trazas y condiciones[1]:

- Trazas y medidas principales: la capilla mayor debía ser de «treinta y siete pies de gueco hasta el arco», con un altar mayor sobre cuatro gradas y altares colaterales (siete palmos y medio cada uno) (f.850r). El ancho del arco toral hasta la reja debía ser de diecinueve pies. Con respecto al cuerpo de la iglesia, desde la reja hasta la puerta debía tener ochenta pies de largo (de huevo), teniendo un largo total la iglesia de treinta y dos pies. La nave debía estar separada de la capilla mayor por un arco toral, siendo este un requerimiento común para las iglesias doctrineras.
- Fábrica de muros y acabados: la capilla mayor debía ser construida por cuatro rafas de ladrillo y el resto debía estar en piedra y cal

Francisco Mamani Fuentes – Instituto Francés de Estudios Andinos, Lima

de buena mampostería. Los laterales de la nave, por su parte, estarían fabricados con siete rafas de ladrillo y cal por cada lado hasta la esquina de la puerta; la portada y frontera debía estar hechas de arriba a abajo de ladrillo y cal. El campanario sería de mampostería y debía tener tres campanas (dos grandes y una chica). Asimismo, se debía tejar completa (iglesia y sacristía). También se indica un tratamiento contra la humedad, compuesto por un terraplén y cimientos de mampostería hechos hasta media tapia; las alturas del cuerpo de la iglesia debían ser de 5 tapias y la capilla mayor de seis tapias. Con resto a los enlucidos y solados, tanto la iglesia como la sacristía debía ser encalada, por dentro y por fuera; y la capilla mayor debía estar enladrillada hasta la reja, que debía contar con poyos con pirlanes. Finalmente, se indica que la capilla mayor debe contar con una ventana con reja, así como otra en el cuerpo y sobre la puerta, todas ellas también con reja.

- Dependencias y atrio: la sacristía debía medir 20 x 20 pies, con sus respectivas rafas, con un puerta ubicada a la altura de la última grada del altar, y una ventana con reja gruesa. También debía contar con un cajón alto para guardar los ornamentos. El atrio/patio debía ubicarse delante de la iglesia y sería cuadrado de 25 x 20 pies, y debía tener una barda de mampostería que suba hasta media vara sobre el terraplén, con poyos para rezos y actividades al aire libre. Debía obligatoriamente tener una cruz en el atrio.
- Carpintería y cubiertas: la iglesia y la sacristía debían tener sus armaduras correspondientes, con tirantes de dos en dos cada diez pies, así como canes de madera sobre cada uno de ellos. En la portada debía hacerse un alero con arcos que vuelen ocho pies para proteger la puerta.
- Cierres interiores y mobiliario: la iglesia debía contar con rejas interiores que debían estar ubicadas una antes de los altares colaterales y que debía tener una altura que llegase hasta la armadura, y otras tras la puerta para la pila bautismal que debía tener una alacena para guardar el óleo y el crisma. También debía contar con puertas, doce bancos, una mesa para el servicio, unas andas para entierros con toldo, y dos cruces altas (una para el atrio y otra para ponerla en el entrada del pueblo).
- Suministros y carga del oficial: la Caja Real del pueblo debía proveer los servicios y materiales. Por su parte, el oficial a cargo de la construcción debía proporcionar la mano de obra y las herramientas, aunque en este caso se le entregarán azadones, palas y barras.

Con las trazas y condiciones definidas, la audiencia las pregonó entre el 14 y el 25 de noviembre de 1579 (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45, ff.851r-852v). Asimismo, hay dos documentos que especifican la fabricación de ladrillos por tejeros fechados el 26 y 29 de noviembre (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff.853r-854v). En consecuencia, se realizaron posturas por varios maestros de obras: Thomas Pérez, Matheo Gualtero, Antonio Díaz y Antonio Cid (26 de noviembre al 2 de diciembre, (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45, ff.855r-857r) . Este último amplió el paquete de obras original (Cajicá, Chía, Pasca, Saque) sumando Tunjuelo y Sogamoso, obteniendo de esta manera el remate el 2 de diciembre de 1579 (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45, ff.856v-857v) (Figura 2).

Apenas dos días después del remate, el albañil Antonio Cid formaliza su petición para que se le respete la oferta a la baja de 1600 pesos, agregando que entregará las fianzas correspondientes. Señala también su estado civil y una promesa de "seguridad" para traer a su mujer: «soy casado en los Reynos de España…» y a la vez que solicita no ser molestado y que se le «haga remate para que yo pueda pagar lo que debo...atento que soy buen oficial» (AGN.Colonia.

Figura 1. Modelo de iglesia de doctrina de pueblos de indios (etapa 1579-1599), según el caso de Tunjuelo (Chica 2019)

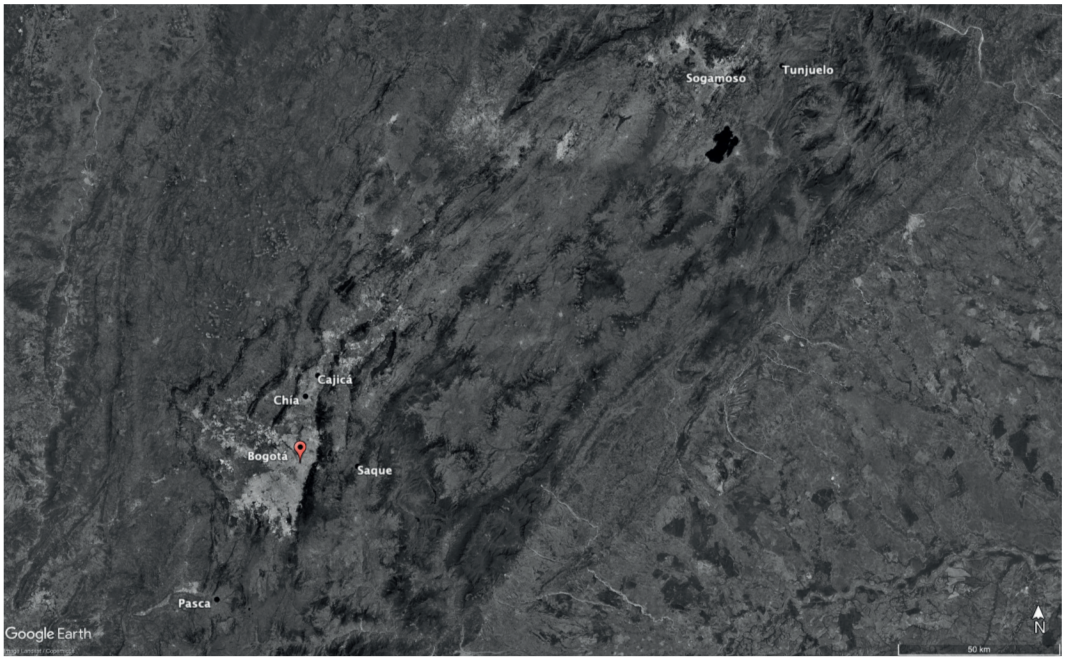


Figura 2. Espacio geográfico donde se encuentran ubicadas las iglesias de doctrinas mencionadas en el litigio (Altiplano Cundiboyacence, Colombia) (Google Earth, Image Landsat/Copernicus, 2025)

Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,f.858r). Más adelante, ya en 1580, Cid precisará el alcance de su baja: «yo las bajé a razón de 800 pesos...están en preçio que se pierde y no se gana» (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias. SC.26,21,D.45,f.860r). Con esta declaración, reconoce que su postura rompe el umbral de viabilidad, trasladando la ecuación económica a todos los demás componentes (calidades, sustitución de especialistas, tiempos).

El litigio: ética conyugal, oficial y calidad de obras

El 4 de diciembre de 1579, cinco oficiales —Nicolás Alonso, Diego de León, Antonio Diaz, Juan de Robles y Juan Gonesia— presentan ante la Audiencia un extenso escrito de oposición solicitando revocar el remate adjudicado a Antonio Cid y volver a pregonar las obras «apartando la obra de carpintería del albañiría (sic)» por ser «distinto y apartado el un arte del otro», para que queden «perfetas y perpetua» (AGN. Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff.859r-860v). El documento articula con mucha claridad dos criterios: uno ético-familiar y otro técnico-profesional, que se refuerzan mutuamente para justificar la revocación del remate (Figura 3).

Criterio ético-familiar

Los denunciantes insisten en que Cid lleva más de doce años en la ciudad, casado en España y sin convivir con su mujer, pese a los reiterados mandatos de la Audiencia para que hiciera vida familiar. Subrayan, además, la omisión de socorro económico:

> . . . del tiempo de los doze años que a que está en estas Yndias ausente de su mujer...ni ni aun se ha enviado en todo este dicho tiempo un tan solo peso de lo que ha ganado para su sustento de la dicha mujer e hijos. (AGN. Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff. 859r-859v)

Y trazan la consecuencia social de esa conducta, que quiera el equilibrio del oficio y empuja a la indigencia a otros oficiales y a sus familias: «...con esta oca-

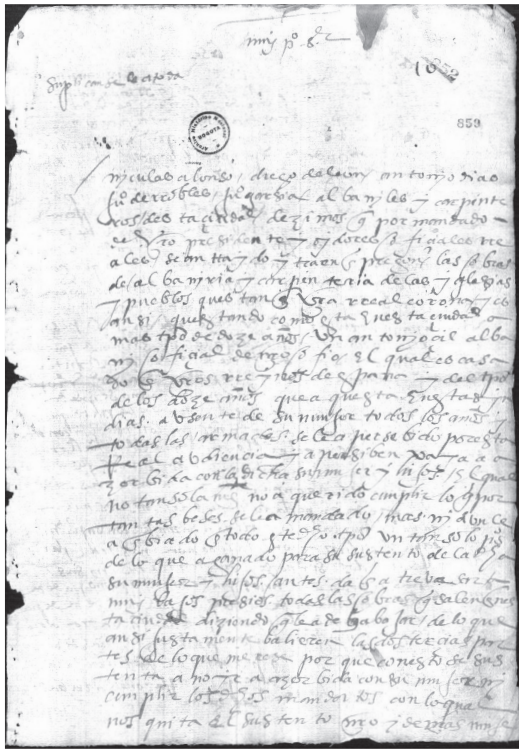


Figura 3. Primer folio del litigio contra Antonio Cid, 04-12-1579. (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff.859r)

sión nos trae perdidos y destruydos sin poder sustentarnos ni sustentar a nuestras mujeres y hijos, padesiendo como padesemos todos estrema necesidad» (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45, f.860r). De ahí su petición central, que combina moral pública y disciplina de población: «...mandalle... que vaya a hazer vida con su mujer y hijos...es más justo que salga de la tierra...en cumplimiento de tantos mandatos y cédulas y autos....» (AGN.Colonia. Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,f. 860r). Además, explican el mecanismo por el que Cid perpetúa esta situación: endeudarse para lograr intercesiones anuales y seguir quedándose en la tierra sin cumplir los autos: «...trata... desempeñar...en los mayores y más cresidos débitos...sus amigos y baledores todos yntersedas por él...para que se quede como se queda todos los años» (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias. SC.26,21,D.45,f.860r). El argumento de carácter ético, por lo tanto, no es solo moral privado: los oficiales lo presentan como condición de buen gobierno (poblamiento ordenado) y de justicia social en el ecosistema del oficio.

Criterio técnico-profesional

El segundo bloque apunta a las malas prácticas profesionales que, según los firmantes, derivan de la baja temeraria y del intrusismo de Cid. En primer lugar se indica que hay cruce de oficios: «...no tan solamente atravieça la obra de alvañiría más la carpintería, ofiçio que no entiende y es diferente del suyo» (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,f. 860r). Luego se señala que existe una sustitución de pericia por peonaje no caulificado: «...baliéndose de mulatos y muchachos y negros que no entienden de las obras» (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21, D.45,f.860r).

Los oficiales aportan un ejemplo probatorio de las deficientes competencias de Antonio Cid: el caso de la iglesia de la localidad de Fontibón. Esta se ejecutó de tal modo que "durará tan poco" por defectos en la obra de carpintería y albañilería, lo que ha implicado reparaciones costosas incluso al nivel de tener que desenmaderar y volver a hacer la armadura, con pérdida de materiales y trabajo de los indígenas, afectando directamente a las finanzas de la Real Caja (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff. 860r-861r).

Por estos motivos, solicitan un remedio institucional, es decir una decisión de la Real Audiencia de Santafé que separe los oficios y que realice un nuevo pregón. Así, para evitar que siga continuando y se detenga este círculo vicioso (bajas/intrusismo/fallas], los oficiales exigen: no admitir postura alguna a Cid, que se vaya a hacer vida con su mujer a España, que las obras vuelvan al pregón y se separen las obras de carpintería y albañilería (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,ff. 861).

La petición colectiva del 4 de diciembre de 1579 es, en otras palabras, un acto de autorregulación del oficio en clave para-gremial. Pues, como ya ha sido evidenciado, frente a la ausencia de una orgánica gremial —no hay pruebas aún de que en Santafe existieran gremios de la construcción en funcionamiento, al menos, en el periodo temprano colonial[2] — los propios oficiales piden a la Audiencia restablecer las fronteras de las competencias técnicas es-

pecíficas y corregir, por otro lado, el incentivo perverso de las bajas.

Esto fue luego contestado por el propio Antonio Cid, quien realiza una petición el 23 de agosto de 1580, donde insiste en que se le rematen las obras «atento que están en my bajo precio», y desacredita a Nicolás Alonso, «maestro de la yglesia desta çibdad» —se refiere a la Santafé— como un resentido, porque Cid habría señalado «los yerros que lleva en la yglesia mayor desta çibdad». Pide, incluso, que si algún oficial baja más, se quede abierto el remate (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45, ff.861r-861v). Finalmente, la Audiencia zanja la cuestión con dureza el 25 de agosto de 1580: ordena que Cid «dentro de ocho días salga desta ciudad y baje directo a la costa de Cartagena...para España...a hazer vida maridable con su mujer y no vuelva», bajo pena de ser enviado a alguna galera por cinco años si no cumplía esta auto (AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,f.861v). Es significativo que el tribunal no invoque algún tipo de cédula o normativa, sino que moralice la sanción y la vincule a la vida familiar, como forma de restablecer el orden y, por consecuencia, la calidad de la obra.

Análisis del litigio

El pliego técnico deja ver una arquitectura de doctrina tipificada: nave única, arco toral, capilla mayor, sacristía, construcción en ladrillo, piedra y cal, encalado interior/exterior, atrio cercado por poyos, y sobre todo, una carpintería de amar con tirantes de dos en dos cada diez pies. Estos puntos en carpintería eran críticos: fallar en la tirantería, canes y entablados comprometía la durabilidad del conjunto. No es casual que los oficiales señalen el caso de Fontibón como ejemplo de patología temprana (desenmaderar/volver a enmaderar), que encarece y desgasta materiales y mano de obra local.

Es importante además señalar que la carencia de oficiales provocó una contratación múltiple con muy pocos nombres y plazos solapados, llevando a que estos se encargaran de las obras de albañilería y carpintería en conjunto. Este ecosistema neogranadino explica tanto la «baja extrema» de Cid («están en preçio que se pierde y no se gana», AGN.Colonia.Fondo-Iglesias.SC.26,21,D.45,f.861r) como la respuesta de sus pares —la necesidad de separar los oficios—. Esto permite también entender el contexto y la trayectoria de Medero de Palacios, quien ya en el siglo XVII, se hizo cargo de varias obras, entre ellas Ramiriquí y Viracachá, ilustrando las redes de fianzas y la continuidad de sus trabajos mediante la sustitución contractual —en un medio donde «pocos» asumen «muchas iglesias» (Romero Sanchez 2011).

Conclusión

A partir de este litigio, se pueden identificar cuatro frentes que enmarcan las malas prácticas del albañil Antonio Cid.

1. Baja Temeraria. Cid admite haber bajado 800 pesos y que el precio «se pierde y no se gana», un reconocimiento expreso de riesgo de inviabilidad.
2. Intrusismo funcional. La petición de los oficiales que pide la separación de los oficios se basa en el hecho de que Cid es albañil y que desconoce el trabajo en carpintería.
3. Mano de obra no cualificada. El texto señala que personas africanas y/o afrodescendientes, así como jóvenes —lo que podría involucrar también a niños— trabajaron en la obra. Esto indicaría que hubo una sustitución de especialistas por peonaje barato, impactando directamente en la durabilidad de las iglesias.
4. Déficit de control técnico. La ruina prematura (o las reparaciones costosas de Fontibón) indican fallos en la supervisión y la economía de recursos a costa de la calidad.

El litigio de Cid es clave para entender cómo la Audiencia, al no contar con ordenanzas gremiales, impuso control por la vía moral y disciplinaria, y cómo los constructores ejercieron una especie de control gremial a través del pleito. La expulsión de Cid no solo castiga sus malas prácticas, sino que reafirma la política de poblamiento y buen gobierno al forzar la vida marital con su esposa en España. En definitiva, se construyó mucho y rápido, pero con pocos maestros; la baja y el cruce de los oficios de la construcción abarataron hoy lo que encarecieron mañana. Este caso deja una interesante reflexión: para que las iglesias quedarán perfectas y perpetuas, había que volver a separar los oficios, moderar las bajas y

amarrar mejor las responsabilidades. Si bien, no hay un litigio similar a este en la documentación de la época, si se ha constatado que estas prácticas siguieron continuando, debiendo ser constantemente visitadas por los oidores de la Real Audiencia de Santafé en la primera mitad del siglo XVII (Romero Sánchez 2012, 49).

Notas

1. Las iglesias que se construyeron en pueblos de indios a finales del siglo XVI y primera décadas del XVI siguieron algunos modelos tanto en su diseño arquitectónico como en su construcción. Estos modelos han sido caracterizados por diferentes etapas (Chica Segovia 2026).
2. Aunque no hay investigaciones concluyentes que precisen esta situación en Santafé, parece ser que no hubo una organización corporativa en forma de gremios, para el caso de los oficios de la construcción, en las ciudades de segundo nivel del virreinato del Perú (Hasta ahora, Lima es una excepción, Mamani Fuentes 2024). Esto ha sido estudiado para el caso Quito y Cuenta en la Audiencia de Quito (Paniagua Pérez y Truhan 2003; Webster 2009)

Lista de referencias

Arango-Liévano, Lucia. 2015. Evangelización y precariedad : la arquitectura religiosa sin corporaciones ni academias en la Nueva Granada. *Revista de Arquitectura*, 17 (1): 85-91.

Chica Segovia, Angélica. 2016. La diversidad arquitectónica y tecnológica en las iglesias de los pueblos de indios del Altiplano Cundiboyacense colombiano construidas entre 1579-1616. *Anales del Museo de América* XXIV: 19-44.

Chica Segovia, Angélica. 2019. El enfoque hacia el estudio de las particularidades locales en la evolución arquitectónica de las iglesias de los pueblos de indios del Altiplano Cundiboyacense entre mediados del siglo XVI y el siglo XIX. *Apuntes: Revista de estudios sobre patrimonio cultural* 32 (1): 1-18.

Mamani Fuentes, Francisco. 2024. Sous le regard de Saint-Joseph. Les ordennances des charpentiers: Séville (1527) et Lima (1575). En : *L'espace des métiers: aires et régulations professionnelles dans l'Europe médievale et moderne.*, editado por Robert Carvais, Matthieu Marraud, Catherine Rideau-Kikuchi, François Rivière, y Arnaldo Sousa Melo, 105-126. Palermo : New Digital Frontiers.

Paniagua Pérez, Jesús, y Deborah L. Truhan. 2003. *Oficios y actividad paragremial en la Real Audiencia de Quito (1557 - 1730): el corregimiento de Cuenca*. León: Universidad.

Quiroga Zuluaga, Marcela. 2014. El proceso de reducciones entre los pueblos muiscas de Santafé durante los siglos XVI y XVII. *Historia Crítica*, 52: 179-203.

Romero Sánchez, Guadalupe. 2011. Apuntes sobre el carpintero Medero de Palacios y sobre la carencia de oficiales en la Audiencia de Santafé. *Ensayos: Historia y Teoría del Arte*, 20:58-74.

Romero Sánchez, Guadalupe. 2012. *Iglesias doctrineras y trazas urbanas en Nueva Granada*. Granada: EUG.

Webster, Susan V. 2009. Masters of the Trade: Native Artisans, Guilds, and the Construction of Colonial Quito. *Journal of the Society of Architectural Historians* 68 (1): 10-29.

El puente de fábrica de la Hacienda Molino de Flores. Texcoco, Estado de México

Raquel Mancera Sánchez

La Hacienda Molino de Flores tuvo su origen en el siglo XVI y fue productiva hasta principios del siglo XX; fueron varias las adecuaciones espaciales que se realizaron durante los siglos de actividad; sin embargo, para el siglo XIX los Marqueses de Salvatierra realizaron una serie de obras en las que se configuro la hacienda, que ha sobrevivido hasta nuestros días. Entre estas obras se encuentra el puente de fábrica que cruza el Río Coxcacuaco, fue construido por Miguel de Cervantes y Estanillo, segundo hijo del Marques de Salvatierra, quien estuvo casado con Matilde Romero de Terreros.

En México los puentes de mampostería son elementos arquitectónicos que han sido poco reconocidos y hasta olvidados; su uso y las condiciones de la vida contemporánea han favorecido su vulnerabilidad, deterioro, olvido y destrucción. Por lo que, este artículo tiene como objetivo dar a conocer las características arquitectónicas y su importancia de uno de los puentes que ha sobrevivido en el municipio de Texcoco del Estado de México.

Como muchos puentes históricos, este se ha integrado a la carretera asfaltada, lo que ha ocasionado deterioro y pérdidas parciales debido al paso continuo de vehículos particulares y pesados.

> ... los puentes de fábrica o, de manera más apropiada, los construidos con bóvedas mamposteadas, forman parte del patrimonio edificado. Empero, esta consideración con frecuencia les es negada, o cuando menos regateada, ... Cierto que todo puente es, ante todo un objeto arquitectónico cuyo valor principal está en el servicio que presta, para favorecer la comunicación ... Vale decir que son estructuras en las que lo que tiene mayor importancia es su valor de uso… (Bolis 2013, 112).

El puente de fábrica de la Hacienda Molino de Flores es un monumento histórico, de acuerdo el artículo 36 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Está identificado en el Catálogo Nacional de Monumentos Históricos con la clave de ficha: I-0011103589, realizada en 1986.

En 2024, se realizó el levantamiento del puente con Estación Total Laica S11, obteniendo 1052 puntos que derivaron en la planimetría y altimetría. El levantamiento se realizó como parte de los trabajos de colaboración interinstitucional entre la Dirección de Estudios Arqueológicos (DEA) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), quien resguarda los vestigios de la hacienda, pues se encuentra dentro del Parque Nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl.

Descripción del puente

El puente se localiza en las coordenadas 14Q 516 752E /21 57 731N; se construyó para cruzar el Río Coxcacuaco, uno de los ríos con caudal permanente

Raquel Mancera Sánchez – Dirección de Estudios Arqueológicos. Instituto Nacional de Antropología e Historia

Figura 1. Vista poniente del puente desde el río Coxcacuaco, (2024). (Fotografía: Raquel Mancera Sánchez)

durante todo el año que baja desde el Monte Tláloc y desemboca en el Lago de Texcoco. Este puente desde su construcción facilitó la comunicación de la Hacienda Molino de Flores con el camino hacia Texcoco; actualmente sirve de conexión entre dos tramos de la carretera Texcoco-San Miguel Tlaixpan y permite el acceso al Parque Nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl.

El emplazamiento del puente es transversal al cauce del río; unos metros antes, aguas arriba, se construyó un desnivel de mampostería que controla la corriente y se une con la aleta, este elemento no fue registrado con la estación total.

Se trata de un puente de fábrica, soportado en una bóveda de planta regular con un arco carpanel; está construido con tabique de barro asentado con cal-arena, en el intradós al centro tiene dos franjas:

- una longitudinal con dentellones de recinto sobre el eje de la bóveda que descienden hasta el desplante del puente.
- otra transversal que une cada tímpano, esta franja está fabricada con tres hiladas de lajas de recinto recubiertas con un aplanado color gris unificándose visualmente con la franja longitudinal.

El intradós tiene un aplanado con cal-arena, el acabado final es con pintura a la cal simulando tabiques; en la boquilla la directriz del arco se marca con dovelas de cantera biseladas y redondeadas en el trasdós. La clave tiene un arco conopial en el trasdós y al frente una «R» en bajo relieve.

Las medidas de los dentellones son: 80 x 42 cm y 51x 37 cm, no están aplanados, lo que permitió tomar las medidas. Los tabiques, al estar cubiertos por el aplanado no fue posible tomar las medidas de las

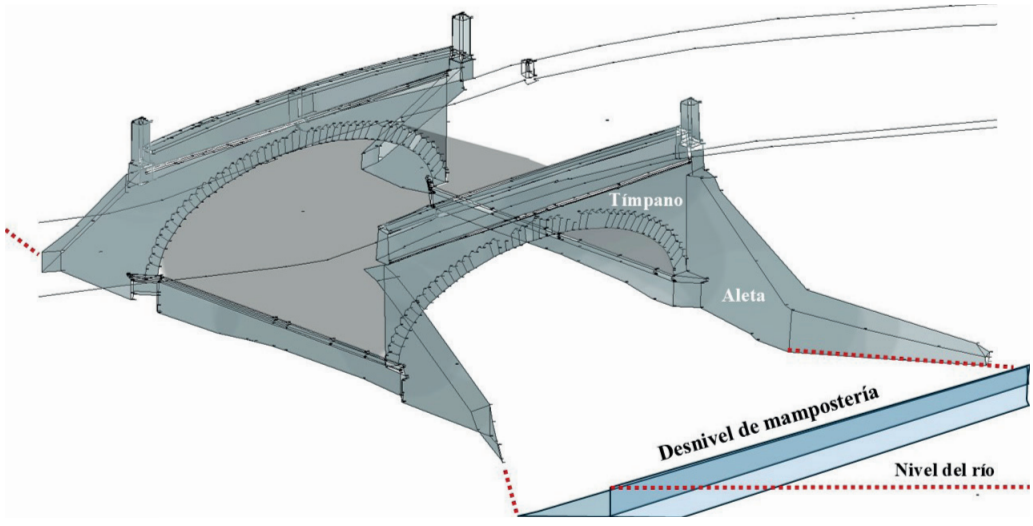


Figura 2. Vista oriente del puente con el cauce del río Coxcacuaco, se marca el desnivel de mampostería, con línea punteada se esquematiza el comportamiento del nivel del río. En época de lluvias el río llega a crecer inundando la zona y también sube el nivel. (2025). Dibujo: Raquel Mancera Sánchez.

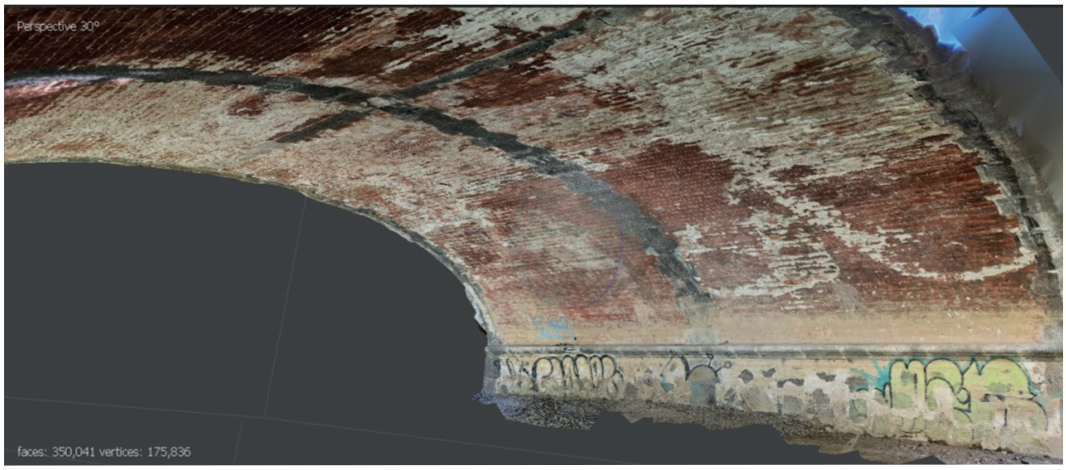


Figura 3. Vista del intradós donde se observan las franjas centrales y los dentellones de las boquillas. (2025). Fotogrametría: Raquel Mancera Sánchez.

piezas; sin embargo, es viable suponer las medidas siendo de: 13 x 6 1/2 x 3 1/2 pulgadas, considerando la tabla de materiales del siglo XIX, elaborada por Manuel Rincón y Miranda «Tarifa de precios de los diferentes materiales empleados en las construcciones, en la ciudad de México» publicada en los *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, en 1871 (Rodríguez 2004, 79 y 86).

El arranque del arco esta sobre una moldura de mediacaña de cantera, que limita un rodapié de mampostería, el rodapié, continua hasta el estribo formando un triángulo fabricado en una sillería almohadillada de cantera.

El tímpano, la barandilla y la aleta están fabricados con piedras del sitio (tezontle y basalto) asentados con cal-arena. La barandilla está apoyada sobre una imposta de cantera, además remata con una tapa de tabique de barro asentado con cal-arena y aplanado; la barandilla del lado de la superficie de rodamiento ha tenido intervenciones contemporáneas con aplanados de cemento y varias capas de pintura vinílica.

Hacia el río, la barandilla y el tímpano tiene un acabado aparente con ripio de tezontle; en el tímpano poniente, con el ripio se diseñaron los siguientes elementos decorativos: un pájaro, una flor de seis pétalos dentro de un círculo y tres inscripciones con las siguientes leyendas: *«†188_»*, *«VIC°TAPIA»* y *«ABRIL 18 D 1882 V.T»*, además sobre la clave hay un nicho con una cruz.

El relleno es de mampostería irregular con piedra del sitio, sobre la capa de rodadura hay un empedrado irregular con piedra del sitio, esta superficie ha sido rellenada parcialmente con asfalto, debido al tránsito vehicular (actual); la banqueta tiene un pavimento empedrado con diseño geométrico, delimitado con franjas y guarniciones de piedra del sitio. Además, hay restos de mojoneras de recinto frente a la banqueta. El puente está delimitado, en la barandilla con columnas cuadradas de piedra con la marca «R».

En la barandilla poniente, hay una placa, actualmente ilegible, sin embargo, se aprecia la fecha 1882; de acuerdo con lo registrado en la ficha del Catálogo Nacional de Monumentos Históricos, se tiene registrada la siguiente leyenda:

Figura 4. Detalle de las inscripciones en el tímpano poniente. (2025). (Fotografía: Raquel Mancera Sánchez)

Figura 5. Detalle de los pavimientos. (2025). (Fotografía: Raquel Mancera Sánchez)

> Se comenzó el 14 de febrero de 1881 y se concluyó el 20 de mayo de 1882. Cayetano Tangassi Arquitecto»; en otra placa se registra la leyenda: «Puente de San Antonio construido por disposición y expensas del Sr. Don Miguel Cervantes y Estanillo 1882.

Dimensiones y geometría

En planta desde la superficie de rodamiento actual, considerando como límite los paños exteriores de la barandilla, las dimensiones son: 11.83 m por 15.80 m, tomando en cuenta los paños exteriores de las columnas de recinto llega a medir 17.00 m; en la parte baja en el río a paños interiores el frente es de 12.59 m, a paños interiores de la aleta la distancia es de 14.00 m.

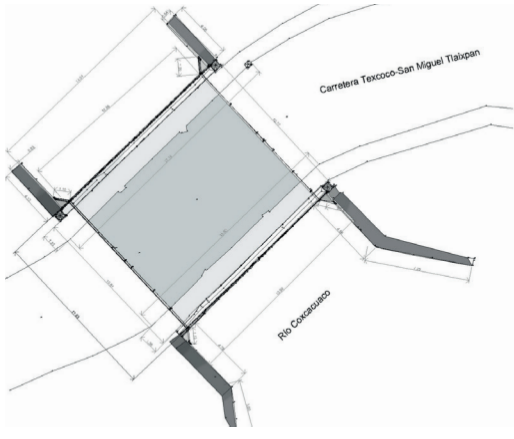


Figura 6. Planta del puente, levantamiento con Estación Total. Dirección de Estudios Arqueológicos- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2024)

El claro (L) es de 12.64 m, la flecha (f) es de 2.86 m y la altura total desde el nivel de desplante del rodapié hasta el intradós de la clave es de 4.35 m. En la *Tabla 1. Equivalencia de medidas del puente de fábrica,* se hace una equivalencia de las medidas en metros y vara vigente en la segunda mitad del siglo XIX; el sistema métrico decimal se estableció en México en 1861; es posible que, para 1882 fecha de construcción del puente, en la práctica constructiva aún se utilizará la vara como unidad de medición en obra; motivo por el cual se propone la siguiente tabla.

Tabla 1. Equivalencia de medidas del puente de fabrica

Puente de fábrica		Metros	Vara (0.838080m)
Planta	Largo	11.83	13.48
	Ancho	15.80	18.85
Alzado	Claro del arco (L)	12.64	15.08
	Flecha del arco (f)	2.86	3.41
	Altura del arco desde el desplante de rodapié	4.35	5.19

Tabla 1. Equivalencia de medidas del puente de fábrica. (2025). (Raquel Mancera Sánchez)

La bóveda es un arco carpanel de cinco centros, siendo una bóveda rebajada, la relación entre la Luz (L) y la flecha (f) es de 4.419 (12.64/2.86=4.419), sobre esta relación: «Gaztelu (Gaztelu, 1910), en línea con Morandière, sitúa los rebajamientos L/f entre 4…» (León 2017, 120); sobre la eficiencia de las bóvedas rebajadas:

> Wiebeking y otros autores, recuerdan la necesidad de conciliar estética y cálculo, llegando a proponer bóvedas carpaneles (de muchos centros como hace Perronet en Neuilly) como la mejor solución para procurar la satisfacción estética de que la bóveda arranque con tangente vertical y, simultáneamente, gozar de las ventajas ya expuestas para las bóvedas rebajadas … (León 2007, 121)

Estado actual

Este puente se ha incluido en el diagnóstico y monitoreo que se ha instrumentado dentro del Parque Nacional Molino de Flores desde 2020; en el cual se registra el estado actual y las vulnerabilidades.

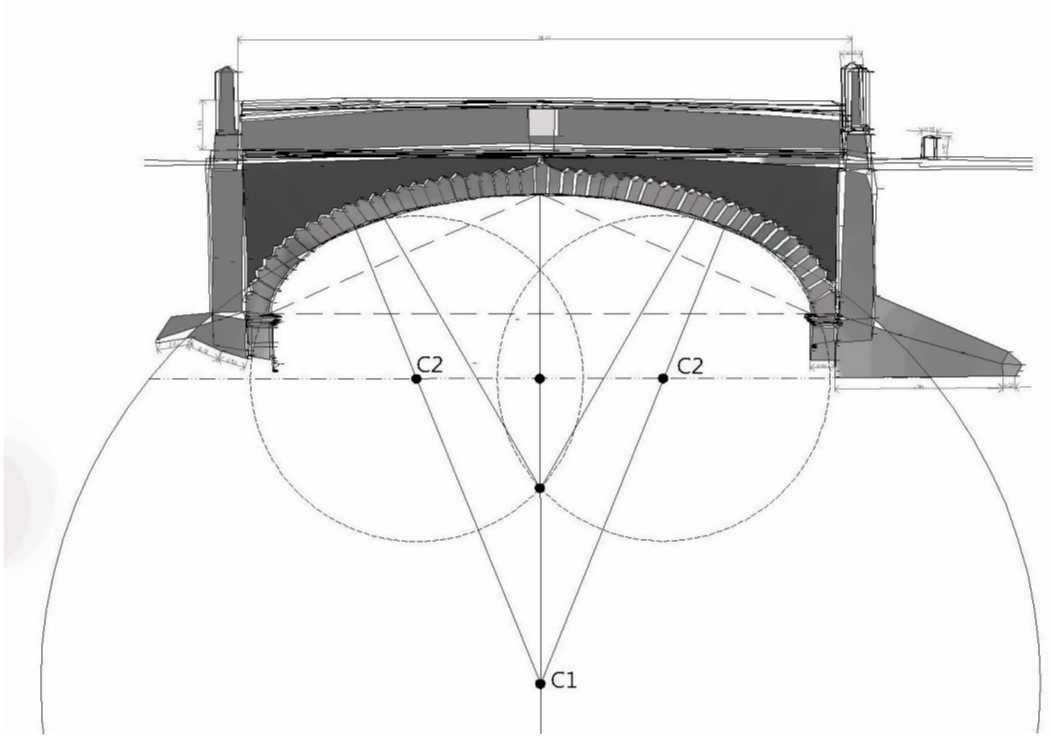


Figura 7. Trazo del arco carpanel de cinco centros, la línea punteada marca que los centros de las curvas laterales se desplantan desde la aleta. Levantamiento: Dirección de Estudios Arqueológicos- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (Trazo: Raquel Mancera Sánchez)

El tránsito pesado y constante que pasa por el puente está provocando vibraciones que se manifiestan en pérdida de material y desprendimiento de las piedras en la capa de rodadura provocando encharcamientos y reblandeciendo la superficie. En años anteriores, se registró un percance con un camión, en una de las esquinas de la barandilla lo que provocó una fractura que no ha sido reparada.

Se han aplicado a las barandillas varias intervenciones con pintura vinílica, lo que ha provocado la perdida de información relativa a la construcción del puente.

Por el intradós, los deterioros que se presentan son: pérdida del aplanado debido a la acumulación de humedad que filtra desde la parte superior, desprendimiento de aplanado, alveolización y erosión en tabiques y sillares, pérdida de juntas, grietas, escurrimientos; en el rodapié hay presencia de pintas vandálicas y rayones, además de la acumulación de sedimentos del río promoviendo la acumulación de humedad en la parte baja.

Los tímpanos al exterior no tienen aplanado lo que favorece la presencia de microflora y la presencia de manchas por escurrimientos. Frente al tímpano oriente hay un tubo de la instalación hidráulica que suministra varias localidades desde el pozo municipal.

La importancia del puente en el paisaje.

Los puentes de fábrica son estructuras robustas que por sus materiales constitutivos y geometría se han integrado fácilmente al paisaje natural, formando así «un puente visual» entre la estética utilitaria y la naturaleza que lo rodea.

De esta manera, el puente de fábrica del Molino de Flores se presenta como testigo de un entorno prístino que convive con las transformaciones al paisaje

Figura 8. Vista general del puente desde el Río Coxcacuaco. (2024). (Fotografía: Raquel Mancera Sánchez)

en un entorno que está en proceso de urbanización. Se observa como un elemento artificial que convive entre el conocimiento técnico-constructivo, el manejo del agua y dar respuesta a la necesidad de comunicación.

Para apreciarlo y valorar su belleza es necesario verlo desde el río, donde se puede observar su geometría completa, se convierte en un elemento que integra dos planos: uno general donde se convive con la vegetación y la topografía del sitio y otro plano interior que enmarca al río como elemento a cruzar y que tiene de fondo el ecosistema del bosque de galería.

El uso de este puente no se limita al paso vehicular, también permite eventualmente ser una fuente de alimento de pequeñas aves como: el saltapared y colibrís, pues al carecer de aplanado los paramentos albergan pequeños insectos entre las piedras.

Conclusiones

El levantamiento arquitectónico y la descripción pone en valor al puente por su relevancia como uno de los pocos puentes de fabrica que aún se conservan en México.

Realizar el levantamiento con estación total permitió obtener el levantamiento en volumetría registrando las dimensiones, geometría y deformaciones del puente, registrando así su estado actual. Este levantamiento es una primera herramienta para el monitoreo de la estructura, pues esta vulnerable debido a la falta de mantenimiento y sobre todo al uso vehicular constante, para el cual no fue construido.

No se tiene conocimiento del tipo de cimentación, no se han realizado calas, ni se ha utilizado ningún tipo de técnica de prospección, limitando el conocimiento de la fábrica. Sin embargo, este artículo es un primer acercamiento para la valoración, investigación y protección de este bien cultural.

Este artículo inicia una línea de investigación relacionada con la historia de la construcción de los puentes que se conservan dentro del Parque Nacional Molino de Flores.

Notas

1. En septiembre de 2024, se ejecutó el levantamiento del puente se utilizó: Estación Total Leica S11, precisión 1 segundo y alcance de 1 km; fue realizado por los arquitectos Oscar Reyes Sánchez, Raquel Mancera Sánchez y el ciudadano Daniel Hernández Ramírez del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Este trabajo, es parte de una colaboración interinstitucional (DEA.INAH-CONANP) que se ha mantenido desde 2020 hasta la fecha; se tiene como objetivo promover en horizontal la conservación ambiental y del patrimonio cultural.
2. Este artículo está dedicado a Renzo P; quien en su existencia ha intervenido en la formación de puentes intangibles. Ha sido un participante asiduo en los registros y levantamientos dentro del Parque Nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl.

Lista de referencias

Bolis Morales, Guillermo. 2013. *Puentes novohispanos y del siglo XIX*, un patrimonio olvidado. (2013). México. Puentes novohispanos y del siglo XIX, un patrimonio olvidado. (2013). Boletín De Monumentos Históricos, número 27; Homenaje a Federico Icaza Lomelí. Primera Parte (Tercera Época), 111-118. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/boletinmonumentos/article/view/2628

Catálogo Nacional de Monumentos Históricos. Coordinación Nacional de Monumentos Históricos. Instituto Nacional de Antropología e Historia. En: https://catalogonacionalmhi.inah.gob.mx/consultaPublica#contadores

León, Javier y Goicolea José María (coordinadores). 2007. *Los puentes de piedra (o ladrillo) antaño y hogaño*. (2007). España. Fundación Juanelo Turriano. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Rocha Martínez, Rubén. 2013. La vara. (2013) *Boletín Monumentos Históricos*, Tercera época, núm. 28, mayo-agosto, 64-79.

Rodríguez Morales, Leopoldo. 2004. Una Tabla De Materiales De construcción Del Siglo XIX. *Boletín De Monumentos Históricos*, no. 1 (Julio): 79-92. https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/boletinmonumentos/article/view/3831.

Ortega y Pérez Gallardo, Ricardo; *Historia Genealógica de las Familias más Antiguas de México*. (1905). México, Tercera Edición.

La Real Factoría de Tabacos de La Habana (1722 – 1821)

Alain Marrero

La Real Factoría de Tabacos surge a inicios del siglo XVIII y para ello se erigió una edificación en la cual se realizaban las tareas relacionadas al ramo. El siguiente artículo enmarcará su contenido en la evolución constructiva de esta fábrica durante el siglo XVIII y hasta el año de 1821 cuando dejó la edificación de estar relacionada con el tabaco

La historia de las construcciones habaneras relacionadas con el tabaco tiene como pionera a la *Real Factoría de Tabacos de la Habana*. En las primeras décadas del siglo XVIII comenzaron los propósitos por levantar un almacén frente a la Bahía para resguardar los fardos que se exportaban hacia la Metrópoli. Es así, que se establecerían en el año de 1722 unos almacenes y oficinas provisionales para el depósito, elaboración y clasificación de los tabacos, cuyo cultivo, fábrica y venta había sido estancada por la Real Hacienda, algunos años antes [1] . El lugar escogido para levantar este primer almacén y muelle fue hacia el interior de la bahía de la Habana entre el Arsenal y el Muelle de Tallapiedra al fondo del Barrio de Jesús María. Esta locación respondía a que el encargado de la provisión de tabacos a España por un lapsus de 10 años fue Joseph Antonio Tallapiedra[2] La Factoría fue una edificación que evolucionó con el tiempo y fue creciendo a la par de la prosperidad económica de la ciudad y de la propia industria. La dimensión espacial que llegó a nuestros días la adquirió hacia el año de 1778 pero no detuvo su crecimiento y desarrollo. De igual manera una vez levantado el estanco en 1817 y desaparecer la *Factoría* como institución en 1821, el edificio continuó acogiendo funciones y sufriendo adecuaciones y modificaciones durante los siguientes siglos hasta llegar a nuestros días, si bien vejada, aun con cierto esplendor de sus inicios.

Primera época desde 1722 a la toma de los ingleses

De la primera *factoría* o almacenes de 1722 poco se ha podido encontrar, los planos de la Habana revisados con fechas cercanas a esta y otros documentos no reflejan o mencionan a dicha fábrica. Si conocemos que para ese entonces ejercía como Ingeniero Jefe del Cuerpo de Ingenieros Bruno Caballero el cual trabajó en varias obras fuera del recinto amurallado y la zona de bahía, lo que sienta la hipótesis de que haya sido el posible autor de esta primera Factoría. A decir de Pezuela esta edificación desapareció en 1762 cuando el sitio de la Habana por los ingleses y se incendiaron los caseríos extramurales. Durante la ocupación británica en 1762 aparece un plano titulado *Plan of the City and Harbour of the Havana,* en el cual, y señalado con la letra C se hace referencia a *The Royal Company Factory,* la ubicación en dicho plano además de un pequeño muelle nos indica que hace referencia a la Factoría.

Alain Marrero Cordero – Oficina del Historiador de La Habana (Cuba)

Figura 1. Porción del plano de 1763 de Silvestre Abarca donde aparece la primitiva factoría marcada con el número 53. Biblioteca Virtual de Defensa

Segunda época. La Factoría en tiempos de Silvestre Abarca 1763

Restaurado el poder español, en 1763 es destinado a la plaza de La Habana el ingeniero Silvestre Abarca[3], el plano de La Habana firmado por él de 1763 es quizás la más antigua referencia gráfica que con cierta precisión y marcada con el número 53 de dicho mapa, nos muestra la Factoría, al menos en sus dimensiones iniciales ocupando solo una manzana del incipiente barrio de Jesús María, justo al lado del Arsenal. Es muy probable, aunque sin documentación que lo respalde que el Ingeniero Abarca haya sido el artífice de esta nueva construcción, la misma que llegara hasta 1772, cuando se realiza el nuevo proyecto. Pezuela no menciona o reconoce el artífice de la edificación, pero sí reconoce que fueron terminadas las obras por Nicolás José Rapun, quien fue comisario ordenador de marina y encargado de los ramos del tabaco, en el año de 1769, o sea seis años después del inicio de las obras.

En el libro Paseo Pintoresco[4] se dedica una sección a la Factoría y a decir del texto fue construida en 1765, lo que nos hace pensar que para esa fecha parte de la obra estaba completada y en funciones. Se menciona además que el edificio poseía almacenes y habitaciones y señala que la altura de las azoteas estaba casi a nivel con el de la calzada de Monte[5]. Su entrada principal se encontraba pasando la del Arsenal por la calle hasta ese momento llamada Farruco y en un futuro rebautizada como Factoría.

El levantamiento realizado en algún momento cercano a 1772 por el ingeniero Ramon Ignacio Yoldi[6], reafirma la descripción antes citada, aunque ya en una dimensión mayor a la del plano de Abarca de 1763. Si se compara la edificación representada en el plano de la Habana de 1763 y el levantamiento de 1772, se puede afirmar que durante ese período la Factoría tuvo modificaciones y crecimientos, al menos en cuanto al área que ocupaba.

Para ese entonces, era un edificio de forma trapezoidal con dos accesos, uno por la calle Diaria hacia el barrio y el segundo a través de una galería porticada frente al mar. Según lo descrito en el plano hacia el interior de la fábrica existieron cuatro patios de forma rectangular dos identificados como patios y los otros dos identificados como *sus patios*, los cuales se referían a la función compartida que tenía el edificio, pues por la entrada de Diaria con frente a uno de estos patios y toda la zona a la derecha de ella y casi hasta la salida al mar, el plano es identificado como *Hospital*. Las funciones de la factoría se realizaban entonces por todo el frente hacia el mar, a lo largo de toda la calle Factoría, la zona central del edificio y los dos patios que quedaban inscritos en ese espacio.

El frente hacia el mar poseía una extensa galería o portal de 5 varas[7] de ancho mientras que la edificación total tenía un área aproximada de 4000m^2, siendo sus dimensiones 65m por calle Diaria, 54m por la calle Factoría, 63m por el frente al mar y por el lado que colindaba al *Tendedero* 62m. Como se menciona aparece adosado al edificio lo que el autor del plano llama el *Tendedero* de la Factoría, al cual se accedía por una puerta independiente frente al mar. Este espacio tuvo alrededor de unos 23m de ancho y 64m de largo. Contiguo al tendedero aparecen una serie de casas hasta completar el frente hacia la calle Real de Jesús María (Revillagigedo). Desde 1763 hasta este entonces la Factoría había crecido agregando el Tendedero hasta encontrarse con las casas vecinas y formado una gran manzana.

Tercera época. La Nueva Factoría de Ramon Ignacio Yoldi 1772

Datado en 22 de junio de 1772 aparece el plano del Proyecto firmado por Ramon Ignacio Yoldi[8], titulado: Proyecto General para la Factoría de Tabacos en el mismo terreno que hoy existe, añadiendo el que ocupan unas casas que se han comprado. El plano consta de planta general con la descripción de sus locales, elevación desde el mar y sección longitudinal por el patio además de su debida escala en varas castellanas.

Este plano nos muestra la factoría siendo un trapezoide, con un gran patio central o tendedero, rodeado de una galería soportada por *pies derechos* por sus cuatro lados y hacia donde daban todas las dependencias interiores, las cuales de manera peculiar solo tenían aperturas hacia dicha galería, no mostrando el plano ventanas hacia el exterior. La entrada principal se situaba al centro de la galería o portal de 27 arcos de mediopunto que recorría todo el frente hacia el mar. La Factoría poseía un solo nivel, excepto en los extremos hacia el frente donde se levantaron dos casas, tal indica el plano, de piso bajo y alto y patio central. Asimismo, hacia el fondo existían dos patios interiores, en referencia a estos patios el autor del plano comenta que «son para dar luz, recoger agua y colocar lugares comunes». En otra descripción hecha por Yoldi refiriéndose a la nueva Factoría comenta: «la fábrica de tabacos debía comenzarse sobre el nuevo terreno adquirido, con el fin de no entorpecer los trabajos que se llevaban a cabo en la antigua factoría. Cuando este estuviese concluido, entonces se mudarían las estancias y se continuarían sin retraso con las tareas hasta que el otro frente finalizase». En ese preciso año llegaría a la Habana para el remplazo del Ingeniero Abarca, Luis Huet, el cual tomaría las riendas de la ejecución de dicha fábrica. La construcción dio comienzo en marzo de 1773 con el derribo de las casas y cinco años más tarde estaba ya casi acabada. En 1779 se daba comienzo a la segunda parte, con el derribo del hospital de negros y de la antigua factoría.[9]

Para la obra se realizaron contratos para el suministro de materiales con Antonio Govín para la cal y con Andrés Linares y Juan de Dios Gómez para la piedra, el cocó, el ripio y la arena, y con Antonio Matamoros y Francisco Suárez para las tejas y el ladrillo, dejándose por el momento sin contratar las maderas. Para dirigir la ejecución de la obra se dispuso de los servicios del maestro albañil Manuel González y de Lázaro de Medina como sobrestante, ambos con reconocida pericia por haber participado en las obras de las fortificaciones. (Cuevas, 2001)

Los contratos efectuados para la compra de materiales fueron aprobados por Real Orden del 23 de junio de 1773, lo que se dio a conocer en la Junta cele-

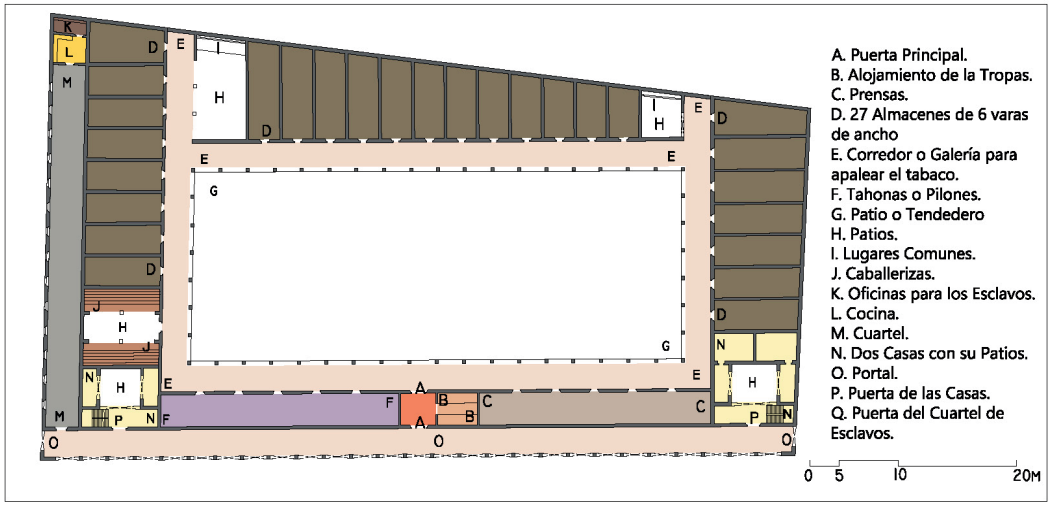


Figura 2. Reproducción del Plano del Proyecto de Ramon Ignacio Yoldi de 1772. Gráfico del autor a partir de la reproducción digital del Ministerio de Cultura Archivos Estatales de España

brada el 19 de agosto, al mismo tiempo se dispuso que las losetas de las azoteas fuesen de la misma clase que las del tendal, pues así «no se incorporarían al tabaco las partes térreas y calizas del hormigón... aun cuando acabe de llover y se advierta que siga con fuerza el sol, podrían extenderse en ellas el tabaco sin riesgo de que perciba humedad ni olor térreo, como sucede con el hormigón o torta bruñida». Es de suponer que el tendal o tendedero estuviera enlosado de losas o piedras de San Miguel que fueron frecuentemente usadas en este período en sustitución de las de barro por sus semejanzas a las pizarras traídas de Canarias. En 1775 se recibieron ofertas de Antonio Lareo, Agustín de Zayas y Domingo de la Barrera, este último apoderado del Conde de Jibacoa, para el suministro de las siguientes maderas de ácana: 1600 piezas de 8 varas de largo (6,7m) por un pie en cuadro, 600 piezas de 6 varas de largo (5,02m) y 8 pulgadas en cuadro; de cedro: 6250 tozas ordinarias con 8 varas de largo (6,64m) y 19 ½ pulgadas de ancho, 5250 tozas de 8 varas de largo (6,64m) y 20 pulgadas de grueso, 2000 alfardas de 8 varas de largo (6,64m) y 4 pulgadas en cuadro y 3000 alfardas de 7 varas del largo y cuatro pulgadas en cuadro. La subasta se le adjudicó en 38687 pesos al Conde de Jibacoa, pero no sería fácil el cumplimentar el contrato, pues en 1784 los suministradores de la madera lo rescindieron debido a que el Marqués de Camachos, comandante General de la Marina, les había embargado todas las tozas de cedro que tenían depositadas en el puerto de Santa Cruz. (Cuevas, 2001)

En el año 1788 lo fundamental de la obra estaba terminado, pero faltaba por realizar el enlosado general, que fue sacado a subasta y adjudicada a Blas del Castillo que resultó el mejor postor y que se comprometió realizarlo mediante el pago de 48 reales por vara cuadrada. (Cuevas, 2001)

Hacia 1792 la Factoría se encontraba en obras, y así lo demuestra el informe con la relación de obras ejecutadas en ella durante el periodo de julio a diciembre del mencionado año firmado por Cayetano Paveto. Por la descripción aportada y la fecha podemos asumir que se refiere a las obras hacia la calle Factoría del proyecto de Yoldi, puesto que la construcción había comenzado por el otro extremo algunos años antes.

En ese período «se concluyeron cinco piezas en la segunda casa con sus techos y cubiertas de teja». Claramente se refiere a la casa principal con frente hacia el mar y la esquina de Factoría. Más adelante en otras descripciones el texto refiere la altura de 5 varas y media en las habitaciones, a medida de hoy 4,60m aproximadamente. Sobre los materiales se refiere al uso de suelos de hormigón pisado y tabiques de ladrillo y yeso. Se menciona la construcción de un muro de cantería de 28 varas y 2/3 de largo (24m) 7 y 1/3 de alto (6m) y 2/3 de grueso (0,56m). De igual manera se ejecutó otro similar, pero de mampostería el que quedó enrasado y colocadas sus maderas, para recibir hormigón y concluir las azoteas.

Se ejecutó también un enlosado de ladrillo y hormigón con su correspondiente armadura y *covijado de texa*, esta descripción se refiere a una de las galerías interiores. Se fabricó de cantería un arco de ocho varas de largo (6.7m) y catorce pilares los que conformaron el portal del frente de la llamada "segunda casa". Esto más otras obras dieron por conformado lo que sería el frente hacia el mar de dicho proyecto. Hacia el interior de la casa, en la caja de escalera se montaron 36 pasos enterizos de piedra labrada.

Además de las labores anteriores, en ese periodo se repararon las azoteas, y las casas del Tesorero y del Guarda Almacenes. Se hace hincapié en la labor de los carpinteros lo cuales, a decir del texto, se han ocupado de hacer puertas, ventanas, cerchas, zarandas, armaduras de la casa segunda, camear y acepillar cintas tabicas para los techos y pisos, cajones de mano y pariguelas para los trabajos de los peones. El costo de las obras descritas en su totalidad ascendió a 8550 pesos, tres reales y tres cuartillos. Podemos aventurarnos a plantear que la Factoría como la concibiera el ingeniero Yoldi en su proyecto fue terminada alrededor de 1793 ya que poco quedaba por hacer luego de lo descrito en 1792.

Cuarta época. Ampliaciones y modificaciones hasta 1821

En los archivos de la Biblioteca de Defensa aparecen una serie de planos de 1802 sobre la Factoría, son principalmente secciones por diferentes puntos de la edificación. Es de destacar que en todos ellos la edificación tiene dos niveles con techumbres de tejas criolla sobre techo de alfarje. Esto corrobora lo que sugieren algunos autores que la Factoría fue recibiendo añadiduras a lo largo de su vida. En 1812 se construyeron nuevas habitaciones y casas en el segundo

nivel con techos de pizarra. (Costales, 1841). Por estas fechas y de acuerdo con las descripciones de esta obra, la Factoría poseía una Galería frente a la entrada principal que dividía al gran patio central en dos partes iguales y era utilizada como *Cigarrería* donde operaban poco más de 100 obrero y esclavos. Años después se tiene noticias de otras obras las que fueron delineadas por Juan Bautista Cirartegui el 26 de junio de 1817. A decir de la Factoría, Costales comenta la magnificencia de la edificación, su solidez como fábrica, la amplitud de sus patios, habitaciones y almacenes. De igual manera la elegancia de las dos casas altas que poseía con frente hacia el mar, con sus glorietas y balcones corridos que bien se aprecian en el grabado que acompaña la publicación.

En 1817 y con el levantamiento del estanco sobre la producción y comercio del Tabaco, la Factoría comenzaría un proceso de cambio de uso para los próximos años. En 1839 y bajo el nombre aun de Factoría de Tabacos existen planos que conserva la Biblioteca de Defensa. Son los planos más detallados de esa época que se pueden estudiar de la Factoría fueron levantados y dibujados por el teniente Ingeniero Voluntario Francisco Antonio Callijas por orden de D. Mariano Carrillo de Albornoz[10], Brigadier y director del Cuerpo de Ingenieros de la Habana en ese momento. Por el título y contenido del plano podemos afirmar que para esa fecha la Factoría continuaba realizando labores referentes al ramo del Tabaco.

Características físico espaciales de la Factoría al término de su explotación

Llegado este punto es imprescindible describir la edificación tal cual como terminó para el uso que fue creada, apoyándonos en los planos de 1839 y 1866

En una primera mirada comparativa entre el plano del proyecto de 1772 de Yoldi y este levantamiento de 1839, podemos afirmar que la Factoría vista desde el mar mantuvo el ancho de dos manzanas enmarcada entre las calles de Factoría[11] y Revillagigedo (Real de Jesús María), mientras que por el fondo y he aquí un detalle aun sin precisar, la calle Diaria. Este último dato es uno de los elementos que se transformó en el periodo estudiado, pues en el proyecto original la calle al fondo (Diaria) hacía una línea inclinada como puede apreciarse en el plano, mientras que en el levantamiento de 1839 se puede ver como esta línea fue rectificada y la edificación adquirió una planta rectangular y simétrica.

Para 1839 la fábrica tenía 2 accesos principales a ella, el acceso vía Marítima desde el muelle que se prolongaba sobre la costa y el terrestre por la calle Factoría. Para ese entonces la calle, aunque se prolongaba hasta el mar, terminaba en un muro con una portada de acceso perteneciente a la Factoría. Desde ese punto la calle tenía un carácter de interior y colindaba con el Arsenal, al final de la misma y casi llegando al mar existió una fuente probablemente alimentada por el ramal de la Zanja que desembocaba cercana a ella en los predios del Arsenal. Pasando la portada a la izquierda se encontraba el local del Portero y a la derecha una escalera adosada a la fachada para subir al segundo nivel de la edificación. Para acceder a la puerta principal de la Factoría se debía entonces continuar por la calle del mismo nombre hasta llegar a encontrarse con la Galería arqueada de medio puntos que recorría todo el frente hacia el mar y en la cual, en su centro, se ubicaba la entrada principal a la edificación, manteniendo así el plan de 1772. Aunque no figura, de igual manera existían hacia la calle Real de Jesús María dos grades arcadas, una de ellas directo a la Galería Principal que debió ser otro acceso. Hacia la calle Diaria solo se representan ventanas.

Al acceder al interior por la portada principal, el zaguán es identificado como *Cuerpos de Guardia*, el cual tenía otro espacio contiguo a la izquierda donde estaban el *Calabozo* y la *Habitación del Portero*. Atravesando el *Cuerpos de Guardia*, se estaba en la *Galería* que rodeaba todo el patio. Una modificación visible entre el proyecto original y el edificio en esta fecha, es el cambio de esta Galería, la que en su concepción inicial estaba soportada por pies derechos sobre base de piedra y para 1839 mostraba una arquería toda de sillares labrados. Cabe mencionar que desde la entrada principal y hasta unas 6 crujías interior, aparece en el plano un entarimado de madera. Pasando la *Galería* estaba un cuerpo central edificado de dos niveles el cual se agregó al proyecto original de 1772 y que dividió el gran *tendedero* original en dos patios. En la planta baja y contiguos a la *Galería* aparecen las *Oficinas del Depósito Mercantil* una a cada lado de un pasillo central a modo de Galería que conectaba esta última de norte a sur. Estos dos locales presentaban en su interior barbacoas y piso parcialmente entarimado. Mas adelante

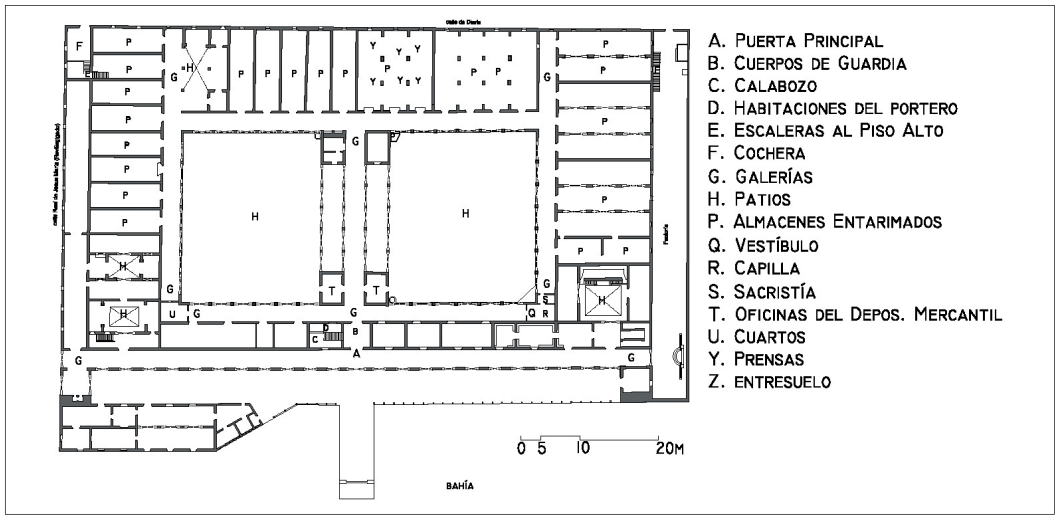


Figura 3. Reproducción del Plano de la Planta Baja de la Factoría de 1839. Gráfico del Autor a partir de copia digital de la Biblioteca Virtual de Defensa

aparece un espacio denominado *Galería,* siendo un amplio salón soportado por una columnata y arcos de medio punto, espacio que servía de comunicación amplia entre los dos patios y donde estuvo instalada una cigarrería. Hacia el fondo y colindando con las zonas de la *Galería* en su porción Norte aparecen dos *Cuartos*.

Regresando a la entrada principal y de allí a la *Galería* en su tramo oeste encontramos a la derecha el patio y a la izquierda los otros almacenes entarimados utilizados *por el depósito mercantil* siendo esta la función principal de la gran mayoría de los locales en la planta baja. Más adelante la *Galería* se interrumpe antes de doblar hacia el ala oeste de la misma por un local destinado a *Cuartos*. En la porción oeste colindan ocho almacenes entarimados, algunos interconectados y con una barbacoa en su interior. La Galería llega hasta el fondo donde culmina con el muro de fachada hacia la calle Diaria a la derecha de este tramo final en una primera crujía se desarrolla un salón con una escalera que conecta al nivel superior, siguiente a este espacio un patio central con aljibe, tanque y caballeriza, luego le proseguía un espacio similar, pero de mayores dimensiones. En la misma posición, pero al otro extremo de la Factoría, hacia el este, se construyó un área similar a la descrita con un patio central un aljibe más amplio y un pozo. La zona norte de la Galería se destinó a *Almacenes Entarimados* cinco independientes y continuo a estos uno tres veces mayor a los anteriores y con prensas en su interior y al lado de este, otro almacén entarimado, cuatro veces en tamaño, siendo un gran espacio soportado por una arquería. La zona Este de la Galería se destinó a las misma función de almacén y la galería al llegar a su porción sur se encontraba truncada esta vez por un espacio destinado a *Vestíbulo, Capilla y Sacristía* , Justo al lado de esta zona se encontraban los *Archivos* a los cuales se accedía desde la Galería exterior quedando frente a las escaleras de una de las casas principales.

El Portal era recorrido por un muelle con su baranda de madera y desde este muelle se prolongaba otro hacia el mar que tenía en su extremo dos pescantes de rueda traídos de Inglaterra e instalados en octubre de 1823 a un costo de 1800 ps.fs.1 1/2rs.

El Segundo nivel, para 1839, estaba edificado casi en su totalidad, exceptuando las tres crujías del frente hacia el mar que aun contaban con un solo nivel. El edificio poseía una marcada simetría central con sus dos casas frente al mar en cada extremo. Los dos patios divididos por un cuerpo central y otras dos casas amplias hacia el fondo. Este nivel tuvo 4 accesos cada uno de ellos coincidía con las casas principales siendo el más expedito el que se encontraba hacia el norte, directo desde la calle

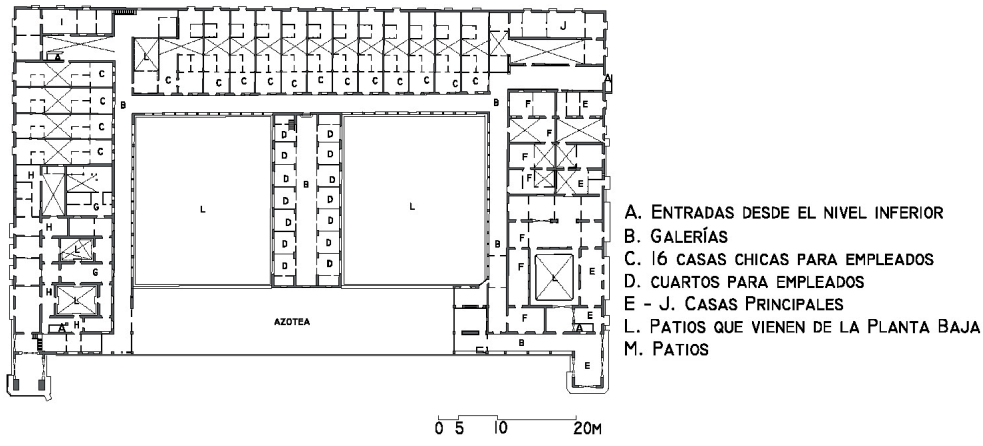


Figura 4. Reproducción del Plano de la Planta Alta de la Factoría de 1839. Gráfico del Autor a partir de copia digital de la Biblioteca Virtual de Defensa

Factoría y que al llegar a este nivel conectaba con la Galería principal que al igual que en el nivel inferior recorría los patios y el cuerpo central dando acceso a todas las estancias de este piso. A modo general en este nivel se ubicaban las casas de empleados y las casas más amplias antes mencionadas, esto muestra que la Factoría seguía el esquema de la casa Señorial de los siglos XVIII y XIX habaneros donde la planta baja se dedicaba al comercio mientras que la planta alta a la vida doméstica.

Espacialmente todo el frente hacia la calle Factoría lo ocuparon tres amplias casas con todas sus dependencias, patios interiores y cocina. Casi de manera similar sucedió con el frente hacia la calle de Revillagigedo, donde se ubicaron tres amplias casas, aunque también aparecen las que el autor denomina *casas chicas para empleados*. Este último tipo de casas ocupaba la mayor parte del fondo de la edificación hacia la calle Diaria. En el cuerpo central se dispusieron *cuartos* para los empleados los que daban a una galería común la que conectaba con la principal.

De los materiales y otras características técnicas

En el año 2004 se realizó por parte del Grupo de Diagnóstico de la OHC un estudio a una zona de la edificación y gracias al aporte desinteresado del Sr. Pablo Riaño San Marful (Subdirector de I+D de la Empresa de Proyectos de la OHC) al ceder estos trabajos a este escribidor fue posible la comparación entre los escritos de época y los estudios de diagnóstico recientes. Dicha investigación además de aportar datos sobre el estado técnico de la misma en ese momento, aportó dimensiones, materiales y características de la fábrica en general. Si bien solo se estudió una zona de la edificación, sirve para detallar y corroborar los materiales empleados en esta fábrica. Vale puntualizar que para seguir el enmarcado temporal de este artículo solo se describen los materiales y técnicas constructivas utilizadas mientras funcionó como Factoría; despreciando de esta manera las modificaciones que le sucedieron en fecha a la edificación. Para una rápida lectura hemos estructurado su descripción de acuerdo a una secuencia constructiva lógica de ahí que se comience por los muros, luego los sistemas de entresuelo y por último las techumbres.

Muros

La planta baja está formada estructuralmente por muros de carga, compuestos por bloques de cantería de

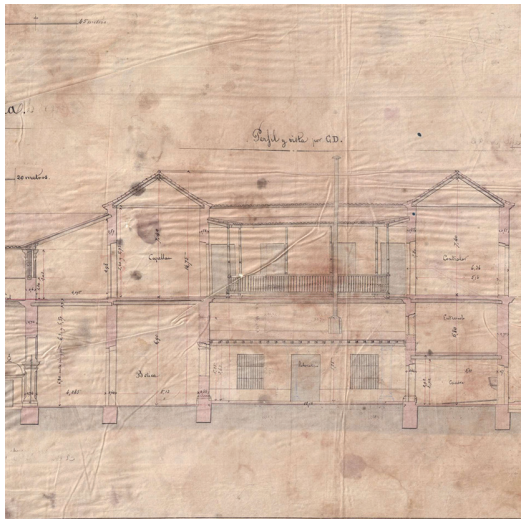


Figura 5. Porción de plano de 1866. Sección por el Patio de una de las casas principales. Biblioteca Virtual de Defensa

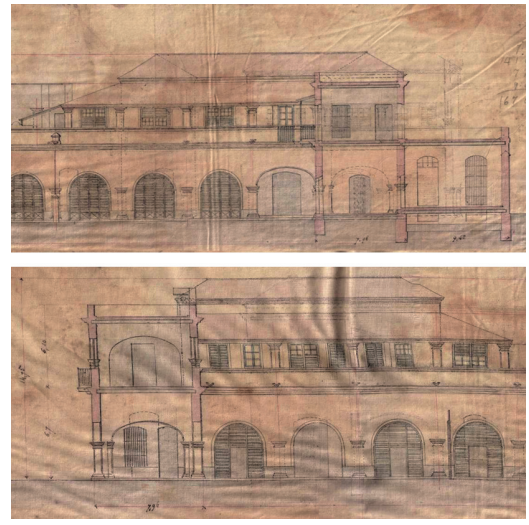


Figura 6. Porción de las Elevaciones de las Casas de la Factoría 1866. Biblioteca Virtual de Defensa

60 cm de espesor con brecas de ladrillo en vanos de puertas y ventanas y verdugadas de ladrillo cada cierta distancia. Las columnas son 100 x 60 cm del mismo material y sirven de apoyo a arcos construidos con piezas similares. También encontramos, aunque en mucha menor escala, algunos muros de mampuesto con espesores similares a los de cantería. En algunas zonas de la edificación también aparecen dinteles de madera en vanos.

Entresuelos

De manera general, son de viga y tablazón con vigas cuadradas de 25 x 25 cm, aunque existen tramos donde fue sustituido el sistema por vigas y losa por tabla, utilizándose las mismas vigas cuadradas. Estos entrepisos cuentan con un espesor que varía entre los 40 y 50 cm aproximadamente desde el N.I. de la tablazón hasta el N.P.T. del nivel superior. Las vigas se separaron aproximadamente 73 cm a eje y la tapajunta de la tablazón cada 43cm en el interior de los locales. Hacia la zona de las galerías las piezas de madera eran de 22x22cm, espaciadas cada 51cm.

Techos

Los techos predominantes son los de madera a cuatro aguas (alfarjes), aunque también encontramos techos planos de viga y tablazón y de viga y losa por tabla. De igual manera existen algunos de una sola agua con pendientes hacia los patios. Los techos de alfarje son generalmente de base rectangular y dependiendo de su longitud tienen tirantes pareados o simples, cuadrales en las esquinas y durmientes en todo el perímetro. Fueron cubiertos por tejas criollas los inclinados y los planos más alto que no se usaron como tendederos de soladura

Conclusiones

La Real Factoría de Tabacos, el edificio más grande del siglo XVIII habanero fue una construcción viva y en desarrollo desde su concepción inicial por el año de 1722. El auge económico de la ciudad a raíz de la ocupación británica, en contraste con el incendio que acabó en 1762 con parte de la edificación, propició la erección de una mayor y más completa obra para el comercio del tabaco con la metrópoli. En 1772 se decide edificar sobre la existente una fábrica moderna y adecuada a los adelantos del ramo, el ingeniero Ra-

Figura 7. Grabado del Muelle de la Factoría. Libro Paseo Pintoresco

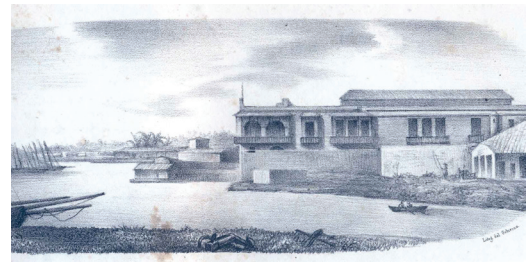


Figura 8. Grabado de una de las Casas de la Factoría. Libro Paseo Pintoresco

mon Ignacio Yoldi bajo la tutela del Ingeniero en jefe Silvestre Abarca, creo una edificación que albergó la parte industrial y la domestica de los encargados del ramo. Si bien su proyecto inicial evolucionó de un prebarroco a un barroco acorde con el siglo, las añadiduras y modificaciones partieron de la base del proyecto concebido por Yoldi.

La función de la edificación requirió de materiales como la piedra labrada para el enlosado no solo del patio sino también de sus azoteas para el tendido de las hojas y de igual forma el entarimado en cedro de parte de sus almacenes para el curado de la hoja de tabaco. Durante su ejecución y cambio de Ingeniero el proyecto se modernizó y la galería rodeada de pies derechos sobre sillares de piedra proyectada por Yoldi cambió a una soportada por columnas de piedra y arquería. Se construyó casi la totalidad del segundo nivel quedando muy bien marcada las funciones fabriles en la planta baja y las residenciales en la planta alta.

Al término de su vida útil relacionada con el tabaco la edificación era un magnífico ejemplo de arquitectura barroca habanera. Austera pero elegante en ella podíamos encontrar todos los elementos característicos de la época a pesar de su uso mayoritariamente industrial. Nos recibía una portada principal enmarcada a la cual se accedía desde un soportal de arquería. Pasando por ella el zaguán y de allí a la galería o soportal interior de arquería sobre pilares toscanos que recorría por sus cuatro lados al patio claustral. Como peculiaridad la fábrica contuvo al menos cuatro casas de importancia formando parte del conjunto edificado. La principal poseía una majestuosa escalera de tres ramas, un patio central, sobre el cual se proyectaba en el piso alto un elaborado balconcillo de madera. De igual forma sucedió hacia el exterior donde la casa alta era rodeada por un balcón corrido con tejaroz apoyado en pies derechos. Tanto esta casa como otras poseían techos de alfarje el cual se combinó con el techo plano, y estos últimos eran rematados con pretiles y parapetos de albañilería con pedestales intercalados sobre los cuales aparecía un sencillo elemento geométrico de coronación.

Aunque olvidada de los textos sobre la arquitectura colonial cubana la Factoría fue sin duda un exponente de la evolución arquitectónica del período en que se concibió y levantada de la mano de los principales ingenieros militares de su época.

Notas

1. Pag 153. Tomo III
2. En el siglo XIX al abrirse una calle por el frente hacia el mar en esta zona, fue bautizada hasta el día de hoy como Tallapiedra en honor al antiguo propietario de estos terrenos.
3. Es enviado a Cuba en 1763 como teniente coronel luego de firmada la Paz de París. Estuvo por un lapsus de once años hasta 1774, de teniente coronel y de coronel e ingeniero director, al mando de la importante Comandancia de Ingenieros con responsabilidad sobre caminos, fortificaciones, logística, artillado y puertos de la isla, así como sobre las obras civiles, proyectos sobre hospitales, como el de San Lázaro, sobre colegios, almacenes, cobertizos y galpones, empedrados de calles y paseos urbanos, como la alameda de Roma y el de Extramuros, traídas de aguas, construcción de cloacas para las residuales, jardines y parques de esparcimiento, caminos, puentes como el del Calabazar, el del Arroyo Blanco y el del Husillo, proyecto de la casa de Correos y un anteproyecto de la fachada en tinta negra lavada, previo a los planos definitivos.
4. (Costales, 1841)

5. La calzada de Monte fue el camino sur más antiguo de la ciudad que arrancaba en la Puerta de Tierra en la Muralla y se encaminaba hacia los terrenos del Cerro , Jesús del Monte y hasta Vuelta Abajo.
6. Ramón Ignacio Yoldi llega junto a Silvestre Abarca, su tío en 1763. Realizó trabajos en las fortificaciones de la Real Fuerza, el Morro y Atarés en el proyecto de la Casa de Correos y de la Factoría y en la Plaza de Armas.
7. Vara Castellana (vc), una vara corresponde a 83,59cm del sistema métrico internacional.
8. Plano consultado de forma online en el Archivo General de Simancas
9. https://historia-hispanica.rah.es/biografias/52323-ramon-ignacio-yoldi . Consultado abril,14 de 2025
10. En 1838 era nombrado director Subinspector de Ingenieros de la Comandancia de Cuba, con sede en La Habana donde tuvo un dilatado periodo de su vida, ciudad en la que, de forma especial, realizó numerosas obras militares, civiles, urbanísticas y de obras públicas.
11. Esta calle cambio su nombre inicial de Farruco por el de Factoría una vez establecida la edificación y que comenzaran a llamarle, la calle que conduce a la Factoría.

Lista de referencias

Costales, M. (1841). Factoría. en *Paseo pintoresco por la Isla de Cuba* (pp. 29 - 35). Habana: Imprenta de Soler y Comp.

Cuevas, J. d. (2001). *500 Años de Construcción en Cuba.* La Habana: Chavin.

Pezuela, J. d. (1863). *Diccionario Geográfico, Estadístico, Histórico de la Isla de Cuba.* Habana: Imprenta del Establecimiento de Mellado.

Torre, J. M. (1857). *La Habana Antigua y Moderna.* La Habana: Imprenta de Spencer y Co.

Varios. (1985). *Cien Planos de La Habana en los Archivos Españoles.* Madrid: Servicio de Publicaciones del MOPU.

Weiss, J. E. (1979). La Arquitectura Colonial Cubana. In J. E. Weiss, *La Arquitectura Colonial Cubana.* La Habana: Letras Cubanas.

Levantamiento de la Factoría existente 1773. https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/registro.do?id=56882

Plano de la Planta Alta de la Antigua Factoría. 1839, https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/registro.do?id=57298

Plano de la Planta Baja de la Antigua Factoría. 1839, https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/registro.do?id=57297

Técnicas constructivas aplicadas en cimentaciones de las fortificaciones veracruzanas durante el siglo XVIII y principios del XIX

Gladys Martínez Aguilar

El islote de San Juan de Ulúa se reconoció como el puerto llave del Virreinato de la Nueva España entre el siglo XVI y las dos primeras décadas del siglo XIX, por lo que la Monarquía Hispánica creó un binomio defensivo entre el fuerte de Ulúa y la ciudad amurallada de Veracruz; el primero, desplantado sobre un islote arrecifal y la segunda, al frente sobre la banda continental. Ambos conjuntos se ubicaron inmediatos al litoral del Golfo de México caracterizado por costas bajas y arenosas (Figura 1).

Las condiciones del suelo fueron complicadas para fundar las obras ante las características de los terrenos; por una parte, el arrecife de La Gallega sobre el que se desplanta el fuerte de San Juan de Ulúa es una elevación arrecifal de límites y topografía irregular conformada por arenas, sedimentación de moluscos y corales. La diversidad de especies coralinas generó la presencia de cavidades subterráneas, diferencias en la dureza y compactación del suelo; además de la tendencia a cubrirse de agua durante la pleamar y en temporadas de lluvias. La evolución de la fortificación a lo largo de los siglos requirió la integración de rellenos para levantar y homogenizar los niveles de desplante de las obras.

En el caso de la ciudad amurallada de Veracruz, se fundó sobre arenas que no ofrecían ninguna estabilidad, cuyos vientos intensos conocidos en la región como *nortes* las movían y reacomodaban en médanos que incluso superaban la altura de las murallas. Aunado a eso, el nivel freático era inmediato, así como la presencia de humedales y el paso del río Tenoya que descargaba en el mar. Esta situación derivó en constantes fallas de las cimentaciones, daños y pérdidas de elementos, lo que a su vez hizo necesario implementar reparaciones y mejoramiento de las técnicas constructivas a lo largo del virreinato.

Las murallas de Veracruz se demolieron en 1880 dejando en pie sólo uno de sus baluartes y escasos fragmentos ocultos entre el subsuelo y las posteriores edificaciones. En 2024, los trabajos de rehabilitación del centro de la ciudad sacaron a la luz testimonios del lienzo de muralla que colindaba con el mar y había quedado inmerso entre los rellenos de la ampliación del puerto a finales del siglo XIX. Los hallazgos presentan una sorprendente calidad en su fábrica que revela el nivel técnico de sus constructores y que son una nueva fuente de conocimiento constructivo.

El objetivo de este texto es identificar las técnicas constructivas de las cimentaciones del binomio defensivo ciudad de Veracruz y fuerte de San Juan de Ulúa durante el siglo XVIII y principios del XIX mediante el análisis de su evolución constructiva y correlación técnica a través de las fuentes cartográficas, documentales y arqueológicas con la finalidad de plantear las primeras aproximaciones para una comprensión de los hallazgos recientemente descubiertos. Esta investigación se enmarca en el proyecto UNAM-PAPIIT - IN403725 *Los ingenieros militares en la construcción de un México naciente (1785-1825),* en donde la autora colabora.

Gladys Martínez Aguilar – Universidad Veracruzana

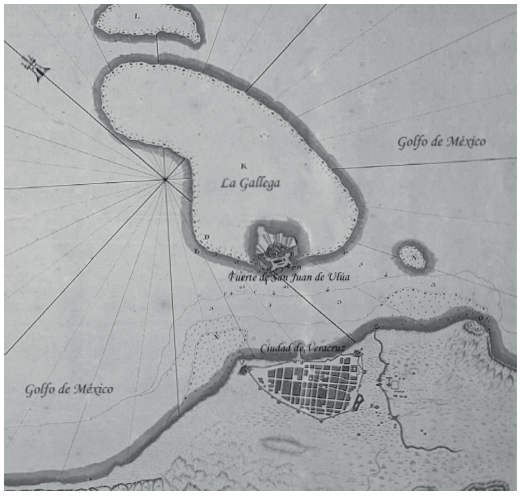


Figura 1. Binomio defensivo conformado por fuerte de San Juan de Ulúa y la ciudad amurallada de Veracruz. Fragmento del Plano del Puerto de Veracruz, 1795. (Archivo General de Indias). (Nombres agregados por la autora)

Técnicas constructivas

La cimentación cumple con el requerimiento de soporte y estabilidad del edificio sobre un determinado terreno a través de su diseño, sistema y técnica constructivos. En cualquier edificación, para la elección del sitio se consideran sus cualidades y la definición de la subestructura se centra en la investigación más detallada del tipo de terreno. En las fortificaciones de la Edad Moderna, la elección del lugar se determina fundamentalmente en base a las estrategias de control, defensa y ataque, por lo que las obras se ejecutaron sobre cualquier tipo de suelo.

Los tratadistas de la Antigüedad y el Renacimiento coincidían en señalar que los peores terrenos para construir eran los arenosos o con presencia de agua; Vitruvio (I a.C.) recomendaba desplantar la cimentación desde el sustrato firme, sin embargo, en las costas veracruzanas, era ciertamente difícil atender las recomendaciones, pues no se identificaba a qué nivel de profundidad se podría alcanzar el estrato firme, y por otro, la falta de materiales hacía imposible desplantar desde grandes profundidades. En consecuencia, se presentaron diversas fallas constructivas y propuestas para su mejoramiento según la disposición de materiales constructivos, el avance técnico de la época, las diversas participaciones de los ingenieros militares, sus habilidades técnicas y la experiencia que llevaba a corregir los errores mejorando las obras.

Consolidaciones del terreno

A medida que San Juan de Ulúa se configura como puerto y guarnición militar, se hizo necesario el mejoramiento del terreno para desplantar las obras que correspondieran con una tipología de fortificación abaluartada. Las investigaciones arqueológicas de Judith Hernández Aranda han permitido conocer los rellenos que consolidaron y nivelaron el suelo, conformados por capas según las etapas constructivas e intervenciones de sus ingenieros militares. Los insumos que se utilizaron fueron pétreos, fragmentos de materiales prehispánicos como vasijas y huesos de animales.

Hernández y Ávila (2022) destacan que en las obras asociadas con la etapa constructiva del ingeniero militar Jaime Frank a finales del siglo XVII, los rellenos eran a base de mezclas elaboradas con cal y en un nivel más profundo, se integraron cientos de huesos de bovino. Aunque las capas de cal se describen en estado pastoso, no resulta extraño que el ingeniero Frank utilizara esta técnica porque ha sido común el uso de cal para consolidar y estabilizar terrenos arcillosos y arenosos; sin embargo, en Ulúa, probablemente la cantidad y el tipo utilizado no fueron los adecuados para generar un relleno seco, o bien el nivel freático con exceso de salinidad no desencadenó la carbonatación para su fraguado.

Por otra parte, el empleo de huesos de animales fue un recurso utilizado para la consolidación de terrenos en diversas geografías desde la prehistoria. En Ulúa, llama la atención que los hallazgos arqueológicos mostraron distintas estructuras óseas por zonas exploradas, encontrándose en una cala astados de buey y en otra metacarpianos completos y mandíbulas, lo que nos indica la intención de su uso, selección y preparación. Hernández destaca que, en 2021se identificaron 2,384 fragmentos de huesos de bovino asociados a la construcción (Hernández y Ávila 2022, 30).

Como se ha señalado, el empleo de huesos de animales en soluciones constructivas es muy antiguo, pues se identifica en hallazgos de asentamientos de cazadores y recolectores paleolíticos de Europa y

Figura 2. Huesos extraídos de las calas arqueológicas de Judith Hernández expuestos en 2022 en el museo de sitio de San Juan de Ulúa como parte de la exposición temporal *Ulúa el fuerte que circunda el mar*. (Fotografía de la autora)

Asia cuyas viviendas primitivas utilizaron huesos de mamut como lastres, rellenos, estacas en base de cimentación y apoyos para la fijación de cubiertas (García 1997). Probablemente ante la falta de materiales en las costas veracruzanas, se recuperó esta tradición constructiva aprovechando los huesos de bovinos por sus cualidades de dureza, tamaño y estructura, además de que siendo su principal componente el calcio, de alguna manera era compatible con los esqueletos coralinos y favorecía la consolidación de rellenos.

En 2025, durante la rehabilitación del centro histórico de la ciudad de Veracruz se han descubierto fragmentos de pisos y cimentaciones de la antigua muralla y sus obras accesorias, cuyos sistemas constructivos muestran la presencia de huesos de bovinos (INAH 2025) a modo de estacas. La colocación de hileras de fragmentos óseos se utilizó para mejorar las condiciones del suelo arenoso, pues trabajaron como pequeños pilotes consolidando la base de la cimentación (Figura 3). La hinca de estacas compactaba el terreno que sustentaba el cimiento mejorando su capacidad portante, además de que era viable en zonas con presencia de agua (García 1997), por lo que en las fortificaciones de Veracruz se utilizaron tanto huesos de animales como madera. Curiosamente, por las condiciones de humedad del subsuelo, son escasos los testimonios del uso de madera, en contraste con los hallazgos de restos óseos, lo que nos da una idea de su efectividad en las subestructuras.

Figura 3. Estructuras óseas descubiertos durante las obras de rehabilitación de la calle 5 de mayo en la ciudad de Veracruz. (Fotografía de la autora, 2025)

Cimentaciones con mamposterías ordinarias en la primera mitad del siglo XVIII

En San Juan de Ulúa desde el siglo XVI se empleó mampostería ordinaria irregular de piedra de coral conocida como muca o múcara. Al inicio no se habían desarrollado las técnicas de extracción de piedra coralina y las mamposterías se realizaban con pequeños fragmentos, por lo que se consideró más conveniente el uso de cantería de Campeche en elementos estructurales, pues ofrecía las ventajas de reducir tiempos de ejecución y garantizar la solidez de los elementos.

Ya en el siglo XVIII, las obras de la muralla sobre la marina de la ciudad de Veracruz a cargo del ingeniero militar Felipe León Maffey muestran la composición de las mamposterías de muca con piezas completas desde su cimentación, lo que da evidencia del avance en la extracción de los corales. Según su plano de 1728, el cimiento se construyó con un perfil trapezoidal marcado por el talud en su cara hacia el mar y un paramento vertical al interior con profundidad de 1.5 varas del lado de la plaza; la base del cimiento fue de 2.8 varas y la corona de 2 varas de ancho.

Tomando en consideración la representación de tres mucas asentadas en la base (Figura 4), se deduce que las piezas utilizadas alcanzaban dimensiones aproximadas a 0.93 varas, equivalente a 78 centímetros. Cabe destacar que especies como la *siderastrea siderea* del grupo de corales montañosos o *pseudodiploria strigosa* y *colpophyllia natans* del grupo de corales cerebroides, pueden alcanzar diámetros de un metro o más (Vargas et al 2017). No obstante, la obra no resistió: Felipe León Maffey construyó la muralla a mediados de 1727 y un huracán en el mes de marzo de 1728 derribó el tramo comprendido entre el baluarte de la

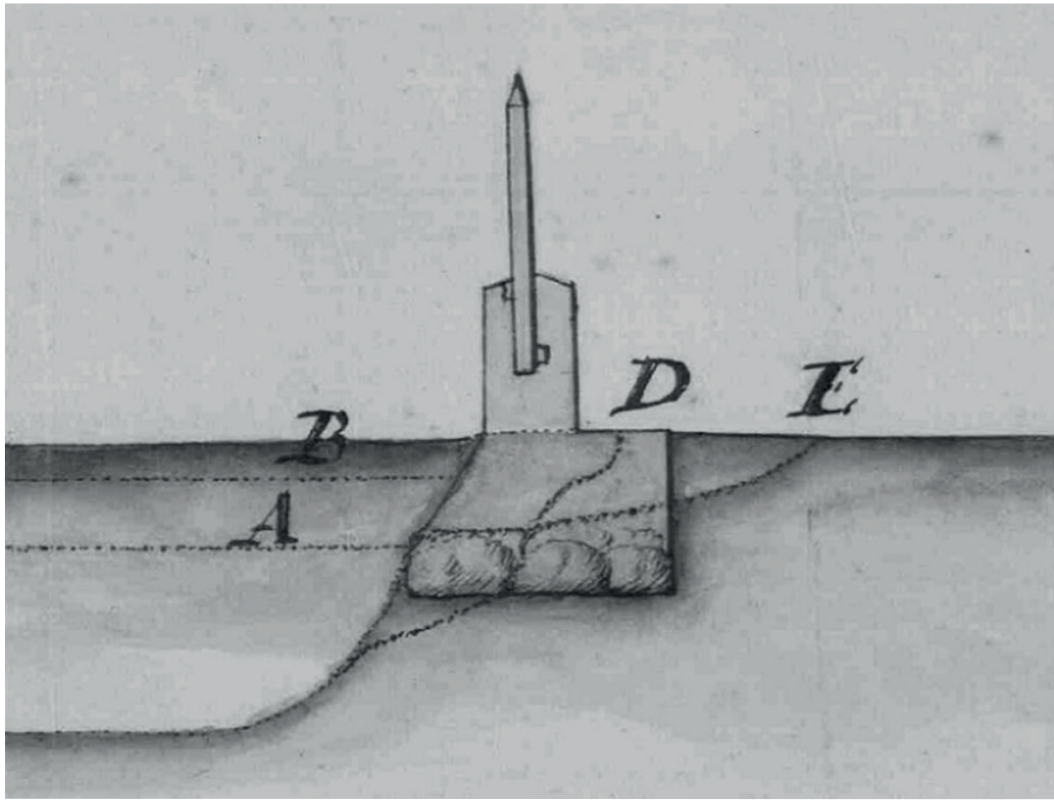


Figura 4. Fragmento del plano de Felipe León Maffey, 1728. *Perfil del Parapeto y Banqueta y cimientos del Recinto de la Marina de la Vera Cruz, Por el qual se demuestran sus medidas y situación como también el daño que hizo el Uracán de el día 28 de Marzo y el terreino que robó la Mar…* (Archivo General de la Nación, México)

Pólvora y el muelle. El ingeniero señaló que las fallas fueron ocasionadas por la fuerza del evento climático y la falta del completo fraguado de los morteros.

La cercanía con el mar y la exposición a fuerzas del viento y oleaje, aunado al terreno arenoso poco estable, generaron condiciones difíciles de resistir para las simples mamposterías ordinarias. La cimentación y las murallas se sometían a cargas que actuaban de forma lateral, ascendente y cortante, generando el movimiento de las arenas y deformaciones en la cimentación hasta la separación de sus componentes, el colapso o pérdida de fragmentos de su estructura, por lo que las obras de León Maffey nos muestran el reto de construir una estructura estable, unida y resistente en el litoral veracruzano.

Alternativas hacia una cimentación resistente al viento y oleaje

En la segunda mitad del siglo XVIII, los ingenieros militares proyectaron diversas propuestas para mejorar las cimentaciones de las fortificaciones veracruzanas. Particularmente se hace referencia a cuatro casos que aportan soluciones técnicas y pueden considerarse como un antecedente para comprender e interpretar los recientes hallazgos de cimentación.

a) *Ensambles:* en 1759 el ingeniero director Lorenzo de Solís propuso mejorar el muro de argollas del fuerte de San Juan de Ulúa, integrando un revestimiento en su muralla y cimiento- andén. En el detalle de su plano se

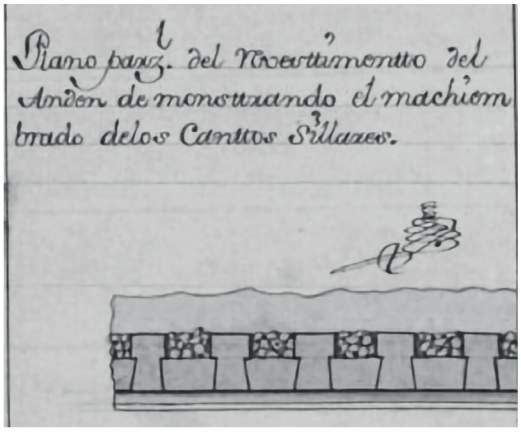


Figura 5. Fragmento del Plano total, perfil y parciales de la Muralla del Castillo situada al sudoeste donde se amarran los navíos de guerra, Ver. Lorenzo de Solís, 1759. (Archivo General de la Nación. México)

observa que para unir el revestimiento en talud al muro antiguo utilizó cantos en bruto desbastados en cola de golondrina, también llamada cola de milano (Tesauros 2025) y para el aumento de la zapata-andén (Figura 5), propuso una hilada de sillares machihembrados a la mampostería. Solís reconoció la importancia de los ensambles en las canterías para garantizar la unión efectiva de todos los elementos sin confiar completamente en los morteros, por lo que propone ensambles en seco tradicionalmente empleados en madera y cantería.

b) *Cajones de madera con pilotes y relleno:* también en 1759, Solís planteó mejorar el andén frente a la Real Contaduría, a un costado del muelle y puerta de mar de la ciudad de Veracruz, en donde recomendó el uso de cajones de madera con pilotes rellenos de mampostería empleados como escollera, con la finalidad de reducir el impacto del oleaje directo a las edificaciones. Asimismo, recomendó para la zapata-andén la integración de hiladas de sillares bien trabados con ensambles en cola de milano alternados en tizón y soga.

c) *Pilotes, emparrillado y zapata:* en 1760, el ingeniero militar Agustín López de la Cámara Alta, realizó otra propuesta para el andén frente a la Real Contaduría de la ciudad en donde fundamenta con pilotes sobre la que se coloca un emparrillado y posteriormente se construye la zapata corrida con sillares bien trabados por su ensamble.

d) *Pilotes, emparrillado, cajones de madera y zapata:* el ingeniero Lorenzo de Solís propuso un proyecto para murallón y torre con farola en la punta del soldado de Ulúa que, al no ser aprobado, detalló cuidadosamente en 1758 y al presentarlo nuevamente en 1760. La descripción de su *método practicable* (Solís 1760) explica la ingeniería del sistema de cimentación que se interpreta como la articulación de cuatro subsistemas en la subestructura.

Los pilotes o pies derechos (primer subsistema) se hincarían en el islote de topografía marina irregular, ajustándose para que en unión con la estructura de emparrillado (segundo subsistema) y cajones de madera calafeteada (tercer subsistema) conformaran una estructura a plomo, horizontal y bien unida. Los cajones fungen como contenedores de una zapata (cuarto subsistema) a base de sillares colocados perimetralmente hasta ganar el nivel de la bajamar y con un núcleo de mampostería compuesta por mezcla de escoria de fierro, polvo de ladrillo, arena de grano mijo y cal viva, «bien amasada y batida que hace argamasa resistente dentro del agua» (Solís 1760). Los cajones se sujetan por una llamada *máquina de sostención* que según el detalle del plano del ingeniero Solís, son cables que rodean al contenedor de madera.

La zapata que inicia dentro del cajón de madera hasta el nivel de bajamar se continuará subiendo unida y trabajada a todo lo largo, primero con cantos sillares toscos de dos varas de largo, media vara de grueso y una vara de ancho, puestos a tizón en la conjunción de cada dos cajones como base de la trabazón e inmediato sobre el nivel de la plenamar se colocarían los cantos separados entre sí y con codillos generando un machimbrado con el sólido de la mampostería de mezcla compuesta que continuaría hasta cinco hiladas cuya altura considera puede asegurar la permanente duración de esta obra y a partir de lo cual se puede continuar con mezcla ordinaria regular(Figura 6). Cabe destacar que la sillería propuesta por Solís era cantería de La Habana.

Aunque algunos casos antecedentes no se ejecutaron, permiten reconocer que las soluciones para la cimentación poco a poco fueron precisando mayor

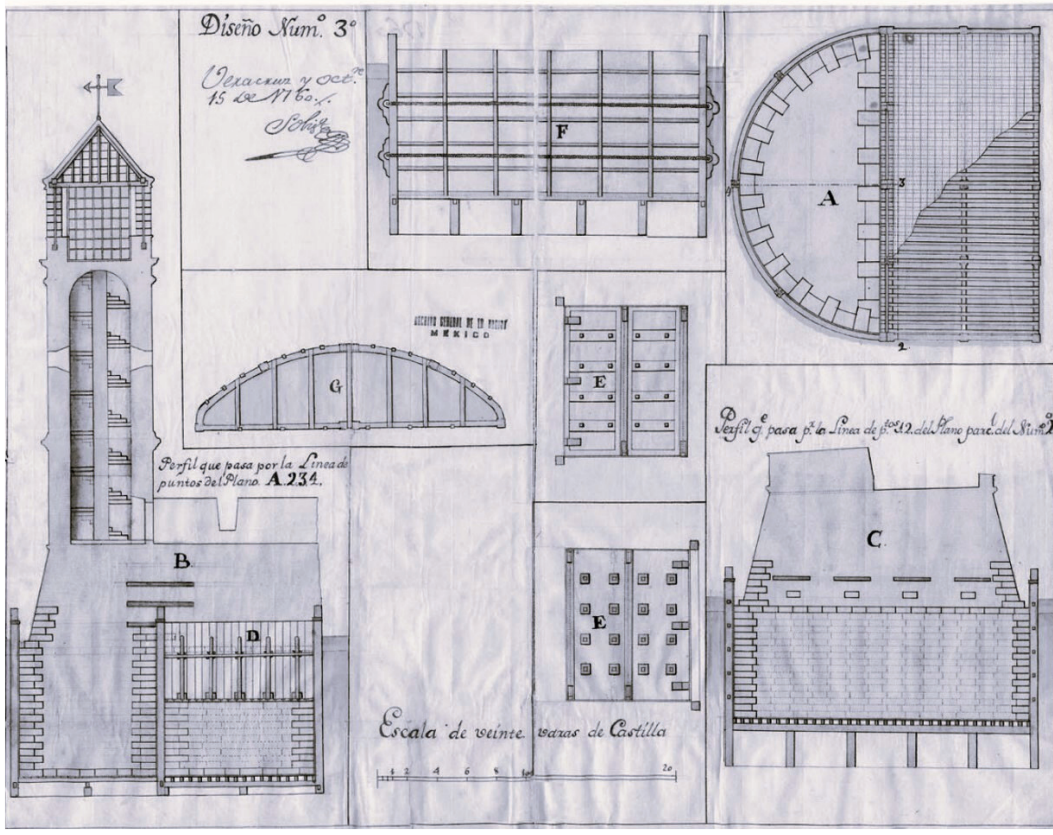


Figura 6. Diseño número 3 de diferentes secciones del Murallón, Veracruz. Lorenzo de Solís, 1760. (Archivo General de la Nación. México)

complejidad e integración de diversas técnicas para garantizar su estabilidad y resistencia a las condiciones del sitio. Asimismo, las alternativas reflejan el conocimiento constructivo de la tratadística militar en el uso de pilotes, emparrillado y zapatas (Rojas 1598; Bélidor 1729). Además, se distingue la transferencia del conocimiento constructivo por experiencia, pues el diseño propuesto de cantería unida y trabada fue una técnica propuesta por el ingeniero Ignacio Sala para el espigón de Ntra. Sra. de África en Ceuta en 1741(Figura 7), cuando Lorenzo de Solís estaba asignado a esa plaza. Solís se identificaba como discípulo de Sala ya que hizo sus estudios de matemáticas con él y posteriormente coincidieron en las plazas de Cádiz, Ceuta y Cartagena de Indias (Sanz 2022; Nieto 2022).

Aplicación de técnicas de cimentación con pilotes, emparrillados y zapatas

La técnica de cimentación con pilotes fue ejecutada en el fuerte de San Juan de Ulúa por los ingenieros Agustín López de la Cámara Alta y Pedro Ponce entre 1762 y 1763; por Manuel de Santistevan, Miguel del Corral, Pedro Ponce y Segismundo Font entre 1766 y 1783. La cimentación combinó el uso de emparrillados, pilotes y zapatas que describen con los términos de palplanchado (tablaestacado), estacado (pilotaje) y envarengado (emparrillado).

El palplanchado se llevó a cabo con cajones de madera rellenos con piedra para generar el suficiente peso que resistiera el empuje de las olas y el agua. Los materiales utilizados fueron gruesas tablas de cedro y estacas de zapote. El diseño pudo

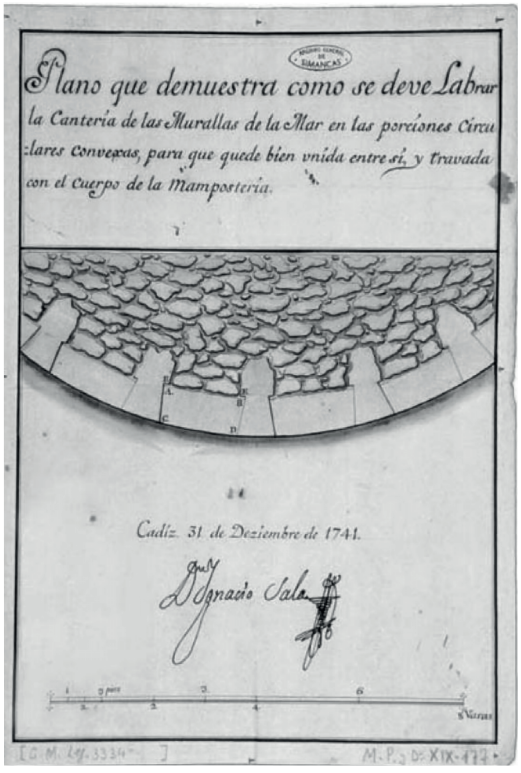


Figura 7. Plano de cómo se debe labrar la cantería para el espigón de Ntra. Sra. de África en Ceuta. Ignacio Sala 1741. (Archivo General de Simancas. España)

ser el similar al utilizado por Solís en el plano que refiere un dique frente a la contaduría en la ciudad. Una vez construidos el recinto estanco o tablaestacado, se extraía el agua de la zona mediante el uso de bombas de rosario o de cadena, que a través de una noria que tenía sobre su extradós una cadena de contenedores se llenaban de agua en el recinto y la desbordaban hacia el mar hasta que se vaciaba la zona de trabajo.

Posteriormente se trazó la cimentación y se colocaron las estacas de zapote previamente tratada con aceite grasa. De acuerdo con las descripciones y desglose de materiales, los pilotes utilizados eran de 8 pies de largo y 6 pulgadas de diámetro, colocados con martinetes de mano o de maza. Una vez colocados los pilotes, sobre sus cabezas se colocaba un enrejado también de madera de zapote. Esta retícula era un emparrillado que tenía la finalidad de construir una base firme, estable y homogénea para el desplante de la sillería que conformaría la zapata. Después del envarenjado (Figura 8) se procedía a la colocación de piedra de cal bien trabada, con un baño de cal terciada, cuidando su trabazón y en las esquinas colocaron sillares labrados que permitieron reforzar el desplante de la muralla.

En la ampliación del baluarte de San Pedro, también de Ulúa, sobre el pilotaje y envarenjado, se colocó un cimiento con siete hiladas de sillares, las primeras cuatro puestas de tizón y las tres restantes de tizón y soga que al interior iban rellenas de mampostería ordinaria de piedra muca. En otros casos, como

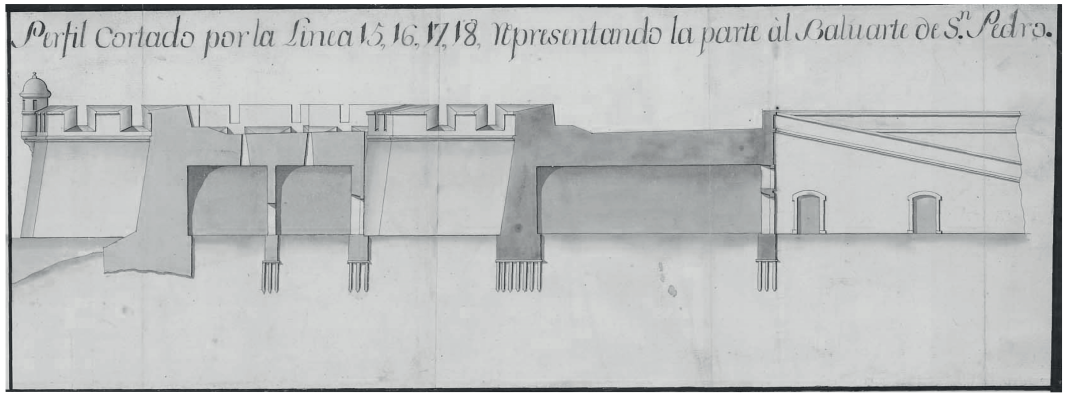


Figura 8. Sección del fuerte de San Juan de Ulúa donde se observa la cimentación con pilotes, emparrillado y zapata. Fragmento del plano de Manuel de Santistevan, 1774. (Archivo General Militar de Madrid)

en el muro de argollas, se colocaron 9 hiladas de sillares, las 6 primeras puestas de tizón y las 3 restantes de tizón y soga. En base a estas descripciones, podemos señalar que la cimentación se dividía en tres partes, definiendo en los dos primeros tercios con la disposición de sillares en hiladas a tizón y en el último tercio en hiladas combinando la soga y tizón. Asimismo, el nivel de piso, banqueta o anden, quedaba 3 pies arriba de la pleamar.

En las obras señaladas se utilizó piedra de cal y cantería de Campeche, cuyas juntas era común sellar con zulaque, un baño de aceite con cal, para evitar la permeabilidad de la mampostería y el desgaste de morteros con el agua salada. Además, otro aspecto que se consideró es que el palplanchado no se desmontaba después de concluidos los trabajos, pues de alguna manera funcionaba como una escollera que reducía el impacto del oleaje.

Por otra parte, en el baluarte de la Pólvora o Santiago, al sur de la ciudad amurallada de Veracruz, Judith Hernández realizó excavaciones arqueológicas entre 2015 y 2016. Sobre los datos del muñón de muralla que se encuentra anexo al flanco norte de dicho baluarte se identificó que la «plantilla de la muralla era de sillares de piedra múcar, con un revestimiento de argamasa de cal y arena» (Hernández y Martínez 2019, 223). Los testimonios se atribuyen a los trabajos de Miguel del Corral, quien reporta haber trabajado entre 1775 y 1792 entre el baluarte de Santiago y el muelle. El cimiento de 3.5 varas de ancho se conformó con seis hiladas de cantería sobre pilotes, éstos últimos no se localizaron en las exploraciones de Hernández Aranda, probablemente por la desintegración de la madera.

Hacia la interpretación de la técnica de cimentación en los hallazgos de 2024

Durante el proceso de obras de rehabilitación del centro histórico de Veracruz se descubrió un tramo de muralla que se atribuye a las obras de 1804 a cargo del ingeniero militar Miguel Constanzó (INAH 2024). El hallazgo sorprendió tanto por considerarse un testimonio de la extinta muralla a finales del siglo XIX, como por la calidad de la fábrica constructiva de sillares perfectamente tallados y ensamblados colocados en hiladas bajo nivel del subsuelo en contraste con las superiores a base de sillares de coral y mamposterías ordinarias, lo que en principio hizo más llamativo los materiales enterrados. (Figura 9)

En las fortificaciones abaluartadas modernas sus componentes se articulan de manera que sus murallas en talud disipan los límites entre la sub y la superestructura, pues muchas veces continúan el trazo de línea inclinada iniciado desde la cimentación; sin embargo, los materiales, sus aparejos, escalonamiento en los paramentos o integración de banquetas o andenes, pueden indicar las diferencias de funciones en sus componentes. Por consiguiente, los hallazgos localizados durante las obras de rehabilitación del centro histórico de Veracruz corresponden a la cimentación y primer tramo de la altura de muralla.

Como se ha presentado en los casos referentes y las soluciones aplicadas en la segunda mitad del siglo XVIII, la cimentación se construía en base a una articulación de subsistemas, por lo que es probable que los hallazgos sólo muestren una parte de toda la cimentación. En consideración a lo previamente analizado, el cuidado de la fábrica en sillares corresponde con la necesidad de construir una estructura resistente a las fuerzas externas del viento y oleaje.

El fragmento del cimiento presenta perfil en talud del lado exterior colindante al mar y completamente vertical en el paramento interior sobre el que se desplanta la banqueta o camino cubierto de la fortificación. El paramento en talud tiene un escalonamiento arriba de una hilada con presencia de marcas que podrían estar relacionadas con el constante impacto del oleaje. Las excavaciones y desmontajes realizados durante la introducción del drenaje pluvial permitieron registrar 5 hiladas de sillares de cantería sedi-

Figura 9. Vista del paramento exterior del hallazgo de muralla (INAH, 2024)

Figura 10. Vista de la sección del cimiento y primer tramo de la altura de muralla. (Fotografía de la autora)

Figura 11. Fotografía de uno de los sillares de la cimentación. Se observa su estereotomía con cortes en cola de milano para su ensamblaje. (Fotografía de la autora, 2024)

mentaria y dos hiladas de cantos de coral como desplante de la muralla. La parte posterior al paramento de sillares el cimiento se ejecutó con mampostería ordinaria irregular. (Figura 10)

Las hiladas de sillares de cantería presentan diferentes cuatrapeos para lograr lo que décadas atrás señalaba el ingeniero Solís como la trabazón o machihembrado. Hasta el momento se han identificado 3 diseños diferentes de ensamblaje de cantería. La estereotomía responde a la necesidad de unión entre las piezas para que conformen un conjunto resistente donde el cimiento trabaje como una sola pieza. Los ensambles identificados corresponden al tipo de encuentro y ángulo, en donde los inferiores son bloques rectangulares colocados a contacto, pero los superiores que enfrentan los niveles de la bajamar y pleamar se colocan a soga un sillar labrado en trapecio y otra a tizón labrado como espiga en corte de cola de milano (Figura 11) para ensamblarse entre dos sogas de forma trapezoidal. Esta combinación además de generar un machihembrado entre sillares mantiene el amarre con la mampostería ordinaria.

Conclusiones

La historia constructiva de las fortificaciones abaluartadas veracruzanas revela una lucha constante por las condiciones adversas del medio a través de la elaboración de proyectos e implementación de técnicas resistentes. Las cimentaciones son un ejemplo muy interesante de la evolución constructiva en la región y para una mejor comprensión de los hallazgos recientes atribuidos a una etapa de 1804, ha sido útil la revisión a las propuestas y obras anteriores.

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII hasta principios del XIX, los ingenieros militares asignados a la plaza manifiestan un criterio técnico basado en primer lugar, en la integración de diversos subsistemas en la cimentación de fortificaciones abaluartadas; el conocimiento de las batimetrías para identificar los niveles de bajamar y pleamar; así como cuidar que las zapatas se ejecutaran con sillares adecuados para lograr la resistencia ante el viento y oleaje a través de su calidad, estereotomía y ensamblajes que permitieran su permanencia y unión sin necesidad del mortero, aunque éste no se suprimió.

Sin duda, aún faltan muchos datos por descubrir sobre las cimentaciones de las fortificaciones veracruzanas, no obstante, los resultados expuestos, destacan la importancia del trabajo arqueológico en el estudio de las subestructuras, la suma de esfuerzos multidisciplinarios entre arquitectura e ingeniería para una interpretación completa de los hallazgos, al igual que la investigación documental y cartográfica en archivos históricos.

Lista de referencias

Bélidor, Bernard Forest de, 1729. *La Science des Ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile dedié au Roy par Mr. Bélidor*, Paris, Claude Jombert.

García Gamallo, A.M. 1997 «La evolución de las cimentaciones en la historia de la arquitectura desde la prehistoria hasta la primera revolución industrial». Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Madrid.

Hernández Aranda, J. y Ávila Hernández, R.J. 2022. Ulúa arqueológica. En *Ulúa El fuerte que circunda el mar*, coordinado por P. Luengo, 13-31. Ciudad de México: UNAM.

Hernández Aranda, J. y Martínez Aguilar, G. 2019. El baluarte de Santiago en la Ciudad de Veracruz: notas preliminares sobre su construcción y arquitectura. En *El patrimonio de los caminos fortificados*, editado por M. Flores Román y D. Pineda Campos, 211-236. Xalapa: Universidad de Xalapa A.C.

Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2024.*Boletín 604*, El INAH localiza vestigios arquitectónicos de la antigua muralla del puerto de Veracruz. 26 de septiembre de 2024.

Instituto Nacional de Antropología e Historia. 2025. Comunicado sobre hallazgos arquitectónicos y de restos óseos en la avenida 5 de mayo, ciudad de Veracruz. En *Comunicados* fecha 4 de junio de 2025. https://inah.gob.mx/prensa/comunicados/comunicado-sobre-hallazgos-arquitectonicos-y-de-restos-oseos-en-la-avenida-5-de-mayo-ciudad-de-veracruz

Nieto Márquez, M. A. 2022.Del Nuevo Reino de Granada a Nueva España. El ocaso profesional del ingeniero Lorenzo de Solís. En *Fronteras de la Historia*, volumen 27 no. 1 74-94. Bogotá junio 2022. https://doi.org/10.22380/20274688.2048

Ponte y Blanco, F. 1921. *Tratado práctico de estereotomía aplicaciones al corte de piedras, maderas y hierro.* Tercera edición. La Coruña: Garcybarra. https://bibliotecadigital.museodelprado.es/pradobib/es/media/group/1007315.do

Rojas, Cristóbal de. 1598. *Teoría y práctica de fortificación conforme a las medidas y defensas de estos tiempos, repartidos en tres partes*, Madrid.

Sanz Molina, S.E. 2022. El ingeniero Lorenzo de Solís y sus aportaciones a la construcción de San Juan de Ulúa, Veracruz. 1758-1761. En *Ingenieros para la paz Militares para la guerra. Del Caribe al Sudeste Asiático*, coordinado por N. Hinarejos y P. Luengo, 207-213. Madrid: Ministerio de Defensa.

Solís, Lorenzo de. *Discurso de Inteligencia instructiva que manifiesta el método de construir el murallón que se proyecta ahora desde el baluarte nombrado del fuerte viejo o de este Castillo de San Juan de Ulúa*. Documento de fecha 15 de octubre de 1760. Sección Historia, volumen 366, fojas 204-205. Archivo General de la Nación. México.

Tesauros del Patrimonio Cultural. 2025. *Diccionario de técnicas*. Ministerio de Cultura de España. https://tesauros.cultura.gob.es/tesauros/tecnicas/1002892.html

Vargas Hernández, J.M; Román Vive, M.A.M., Sánchez Castro J.L. y Vázquez Machorro A. 2017. *Corales pétreos de los arrecifes veracruzanos. Guía de campo para su identificación.* Universidad Veracruzana. CONANP, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Acuario de Veracruz.

Vitruvio Polión, M. [I a.C.] 2000. *Los diez libros de la Arquitectura*. Madrid: Alianza Forma.

La tecnica costruttiva dei castelli medievali lungo il fiume Pescara

Claudio Mazzanti

Dall'analisi degli eterogenei paesaggi fortificati abruzzesi si possono riconoscere le specifiche modalità costruttive che caratterizzano gli edifici difensivi, in relazione a tecniche e materiali della tradizione peculiari di queste aree: pietra e laterizio. La prima in ambito montano, con prevalenza di calcare; le murature in mattoni venivano invece realizzate vicino al mare e nelle località limitrofe, dove sono comuni soprattutto i terreni argillosi. L'Abruzzo appare caratterizzato da una singolare conformazione geografica, suddiviso in fasce fra loro parallele, sinteticamente identificate in una zona sull'Appennino e un'altra zona prossima al mare; quest'ultima, un ampio settore collinare con il più limitato litorale, può essere ulteriormente frazionata in aree omogenee scandite dalla sequenza di valli fluviali perpendicolari alla costa.

Il sistema fluviale principale della regione invece si compone di due grandi tratti distinti. L'Aterno è la parte iniziale in cui confluiscono vari affluenti; prosegue da nord a sud fino alla conca sulmonese, dove cambia bruscamente direzione volgendo verso il mare Adriatico. Poi, in prossimità del centro urbano di Popoli il corso d'acqua viene ampliato dalla cospicua sorgente di Capo Pescara, nel punto storicamente identificato come l'inizio del secondo settore del fiume: chiamato *Piscarius* a partire dal Medioevo, successivamente Pescara. Quest'ultimo è ulteriormente accresciuto dal primo affluente, il Tirino, nel sito in passato denominato *ad Afluentes Aternum et Tirinum*; quindi, in località Tre Monti si incanala nelle impervie Gole di Popoli, canalone scavato tra i massicci calcarei della Maiella-Morrone e del Gran Sasso; oltre questo limite naturale ha inizio la valle del Pescara, sviluppata ininterrottamente fino al mare, come la maggior parte degli altri fiumi abruzzesi.

Il fiume Pescara durante l'Alto Medioevo segnava il confine tra i Ducati di Benevento e Spoleto; analogamente, nei secoli successivi, separò il distretto dell'Abruzzo Citeriore da quello dell'Abruzzo Ulteriore.

In questa zona rimangono memorie di numerose fortificazioni, a partire da quelle limitrofe allo stretto passaggio del corso d'acqua presso le Gole di Popoli: fortificare lo strategico confine naturale era necessario per il controllo della regione, perciò tale punto del territorio è tradizionalmente noto come La Porta degli Abruzzi. Ancora a metà del XIX secolo, con la riproposizione quasi invariata del tracciato d'epoca romana coincidente con l'odierna Strada Statale Tiburtina, veniva confermato l'originario ruolo di collegamento primario della val Pescara (Pessolano 1996, 152); nel 1873, parallelamente all'antica via fu costruita la ferrovia e poi, di recente, l'autostrada: la conformazione dei luoghi prossimi all'asse fluviale, a lungo immutata, è stata così riassorbita nel paesaggio moderno, sovrapposto a quello storico in termini, sovente, di esplicita negazione. Tuttavia, la presenza di molteplici torri di avvistamento e castelli di epoca medievale o successiva, ad esempio a Popoli, Bussi,

Claudio Mazzanti – Università "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara

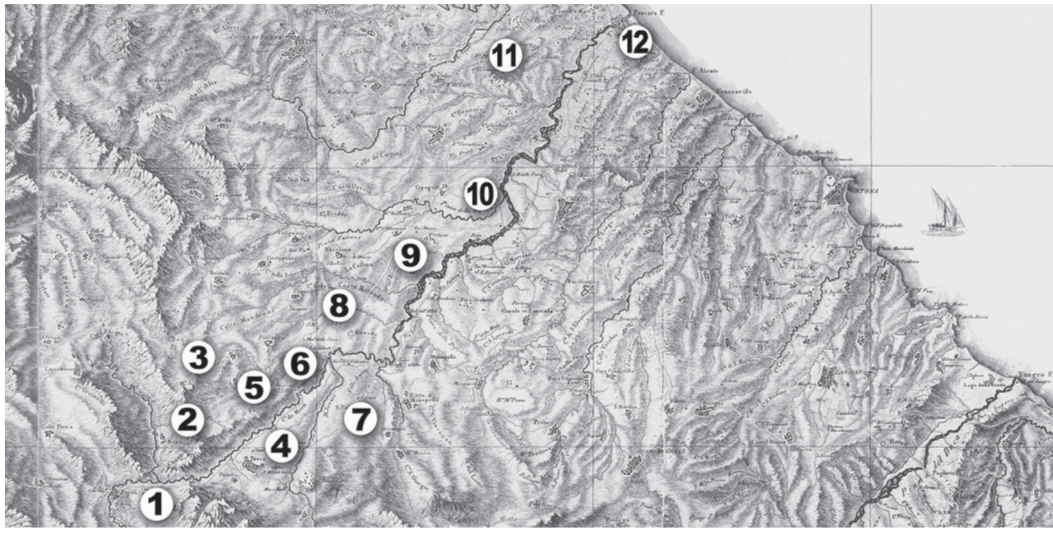


Figura 1 La valle del Pescara, località con le principali strutture fortificate e strategiche: 1) Popoli; 2) Rocca Tagliata; 3) Bussi; 4) Tocco da Casauria; 5) Castiglione a Casauria; 6) Torre dei Passeri; 7) San Valentino in A.C.; 8) Alanno; 9) Rosciano; 10) Ponte delle Cascine; 11) Spoltore; 12) Pescara

Tocco da Casauria, Castiglione a Casauria e altre località, contraddistingue ancora oggi fortemente il territorio (figura 1).

Questi edifici talvolta a seguito di eventi storici sono stati modificati, inglobati in nuove costruzioni o lasciati allo stato di rudere. La loro attuale conformazione può differire per caratteristiche estetiche e sviluppo planimetrico; tuttavia, le tecniche costruttive identificabili confermano una certa omogeneità materica e nella posa in opera. L'individuazione degli elementi comuni tra le fortificazioni qui presenti permette di comprenderne la forma originaria e ottenere così informazioni aggiuntive sulla storia delle tecniche costruttive in Abruzzo.

L'analisi delle tipologie consente di definire alcuni criteri alla base dello studio puntale del singolo fabbricato (Perogalli 1975, 27), così come dell'insieme delle opere difensive legate al territorio e quindi al paesaggio, in un processo di intervisibilità, controllo e difesa dello Stato.

Nelle vallate fluviali era diffusa soprattutto la tipologia delle torri isolate ed il paesaggio risultava fortemente caratterizzato da queste strutture. Le torri d'epoca medievale nell'entroterra possedevano tre funzioni principali: il controllo, l'avvistamento e la segnalazione. Gli edifici disseminati lungo la valle del Pescara avevano, almeno nella loro configurazione più antica, un'impostazione formale precedente all'epoca rinascimentale; potevano essere con impianto quadrato, rettangolare o poligonale, mentre in questo specifico contesto territoriale sono rare le torri circolari isolate, potendosi constatare soltanto la presenza di elementi più recenti con questa forma, inglobati in un sistema fortificato più complesso, come a Popoli, oppure nella cinte murarie, ad esempio, di Bussi o Alanno (figura 2).

Nei pressi del fiume Pescara allo stesso modo appare meno frequente pure il castello-recinto che, invece, lungo l'Aterno è diffusamente relazionato al paesaggio; questi castelli, evoluzione della torre isolata, si presentano con un impianto il più delle volte aderente all'orografia del sito, in funzione del controllo e dell'intervisibilità. Sono strutture composte da un recinto munito di cortine che inglobano una o più torri; si può di solito identificare una torre principale, più prominente rispetto alle altre, con un'alta valenza paesistica ed ampio cono visivo: costituiva il punto di controllo del territorio sottostante, oltre ad essere un elemento simbolicamente identificativo del potere feudale. In tale casistica, almeno per quanto concerne la sua genesi, rientra la struttura fortificata che sovrasta il centro abitato di Popoli (figura 3), pri-

Figura 2. Alanno, torre rotonda, elemento d'angolo delle antiche mura urbane

Figura 3. Popoli, il castello visto dall'alto (Chiarizia, Latini e Properzi 2002)

ma località urbana direttamente connessa con il fiume Pescara.

Lungo la vallata, con l'accezione generica di "castello" possono essere individuate alcune strutture compatte e isolate che, nella loro conformazione più completa riconducibile al XIV-XV secolo, risultarono costituite da più corpi di fabbrica. Interessante è la tipologia quadrilatera con quattro torri angolari e corpo centrale, intorno a un piccolo cortile dotato di pozzo. I poteri feudali erano particolarmente frammentati su tutto il territorio, pertanto i castelli trequattrocenteschi abruzzesi non ebbero mai, tranne poche eccezioni, caratteristiche che uniscano valori di rappresentanza e di difesa.

Intorno al Pescara molte di queste fabbriche appaiono interessanti anche per il loro stretto rapporto con l'intorno e con l'evoluzione del contesto urbano limitrofo.

Tecniche costruttive, materiali e paesaggio

L'apparato murario negli organismi fortificati diffusi lungo la vallata può essere catalogato secondo la conformazione della struttura, nonché per dimensione e posizione dei singoli componenti; ciò al fine di identificare le caratteristiche costruttive che variano in funzione della specifica necessità difensiva, ma anche in base alla datazione della fabbrica. Molte delle più remote opere fortificate abruzzesi sono scomparse, oppure sussistono ma largamente rimaneggiate, con volumetria alterata e prive del loro carattere originario; ciò a causa di distruzioni e ricostruzioni nel corso dei secoli. Per questi fabbricati, strettamente vincolati ad aspetti utilitaristici, più volte si sono susseguiti interventi di trasformazione e adeguamenti funzionali; ciò determina notevoli difficoltà nel loro studio, così come ancora più complessa risulta la conoscenza del primitivo assetto nel contesto paesaggistico; quest'ultimo drasticamente mutato nell'ultimo mezzo secolo, specialmente nel territorio della val Pescara.

Prima caratteristica che accomunava le architetture militari era una forte prevalenza dei pieni sui vuoti nei fronti murari; inoltre dovevano sorgere su terreni di fondazione particolarmente stabili, preferibilmente rocciosi, in molti casi con pendenze notevoli. Le torri isolate, tipologia più diffusa nell'alto medioevo, avevano prevalentemente funzione di avvistamento, per cui non erano fabbriche molto massicce; al contempo, la loro edificazione si attuava in relazione alla capacità della manodopera locale e al tipo di materiale direttamente disponibile nelle vicinanze (Perogalli 1975, 29). Gli elementi della muratura potevano es-

sere, a seconda dei casi, frammenti informi di roccia, come pietra grezza, elementi lapidei più o meno sbozzati, appena squadrati, scampoli di cava, oppure ciottoli di fiume prelevati dal Pescara o dai suoi affluenti. Solo per le parti più importanti staticamente, come angoli, stipiti, architravi e soglie, si faceva ricorso a pietre di maggior pregio, accuratamente lavorate, proveniente dalle cave.

Successivamente, l'utilizzo di conci sagomati venne preferito per conferire agli edifici uno spiccato carattere di robustezza: le opere fortificate realizzate con blocchi regolari di grandi dimensioni tuttora emergono con le loro superfici levigate, quali punti dominanti del panorama. Significativo in tal senso è il rinascimentale Palazzo Ducale di Tocco, paese denominato Tocco da Casauria nella seconda metà del XIX secolo.

L'analisi deve essere inoltre necessariamente estesa, considerando località non direttamente affacciate sul fiume, tuttavia in forte relazione con esso; a partire da Castiglione a Casauria sul versante opposto della valle rispetto a Tocco, oppure San Valentino ed altre.

Un aspetto significativo in questo territorio è la corrispondenza tra alcuni insediamenti romani, occupati fino al IV secolo d.C., con i centri urbani consolidati in età altomedievale. Lo stesso toponimo Castiglione è di origine longobarda, o forse perfino precedente, usato in modo definitivo dopo la fondazione sulla sponda settentrionale del fiume dell'importante abbazia di San Clemente a Casauria. Si segnalano inoltre toponimi come Colle della Sala, attuale Alanno; Piano della Fara, coincidente con Rosciano; così come Colle Scurcola, sul sito di Civitaquana: sono anch'essi di evidente derivazione longobarda e nella terminologia militare assumono il significato di "guardia", cioè posto di difesa; sono tutte località sorte sul sito di antichi insediamenti di epoca remota, ovvero in sostituzione delle *stationes* romane. Nel sistema militare a difesa della valle bisognerebbe includere pure il borgo di Spoltore ed altri, sviluppati in collina con ampia visuale sulla piana del Pescara.

Più di qualsiasi altra tipologia architettonica, gli edifici difensivi appaiono sempre in stretta armonia con il paesaggio, adeguandosi coerentemente alla morfologia dei luoghi, espressione materica del sito. Colore e apparecchio murario caratterizzano tali fabbricati, elementi dominanti del panorama territoriale. Si possono riconoscere rapporti palesi fra paesaggio e strutture fortificate, in certi casi si evidenzia pure una evidente volontà di mimetismo materico dei manufatti.

Dalle torri d'avvistamento medievali alle fortificazioni alla moderna lungo il fiume

Fulcro dell'antico sistema difensivo era sicuramente Popoli, con la fortezza che presidiava l'infrastruttura viaria dal mar Tirreno all'Adriatico; si trova all'incrocio dell'antico percorso romano con un importante tratto della medievale "via degli Abruzzi", per molto tempo principale collegamento fra Napoli e Firenze. Proprio in questo punto del territorio, nei pressi del raccordo tra la via Claudia Valeria e la Claudia Nova (Zenodocchio 2008, 49), la strada oltrepassava il fiume tramite un ponte, la cui presenza viene confermata dai testi di Strabone e Cesare (Ghisetti Giavarina 2017, 65). Per sorvegliare dall'alto tale nodo territoriale strategico, dopo l'anno Mille per volontà di Tidolfo vescovo di Valva, contestualmente ad un iniziale sviluppo urbano di Popoli, venne innalzata una primordiale struttura munita, forse con l'esclusiva finalità di torre d'avvistamento.

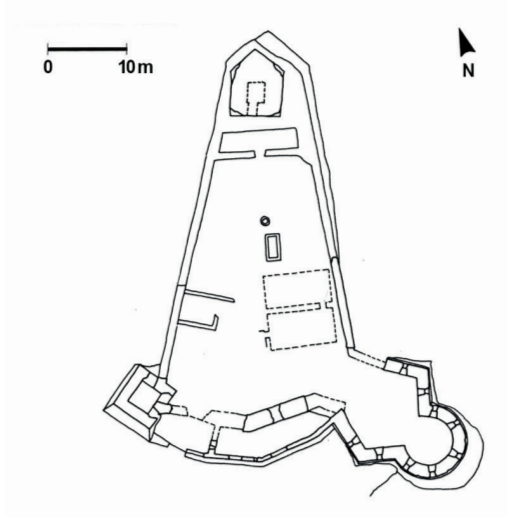


Figura 4. Popoli, il castello, planimetria (Chiarizia, Latini e Properzi 2002)

È importante evidenziare come, a differenza degli altri nuclei abitati lambiti dal Pescara, di più recente formazione o trasformati nel tempo, il centro storico di Popoli abbia potuto conservare gran parte del suo importante patrimonio storico-architettonico; aspetto di certo non disgiunto dall'intrinseco ed imprescindibile rapporto tra fiume e contesto urbano. La fortificazione si colloca isolata su un altura, protesa direttamente sull'abitato sottostante; pertanto deve essere interpretata anche a scala urbana. È costituita da cortine murarie e torri, configurandosi come un organismo non dissimile dalla tipologia del castello (figura 4); l'estensione perimetrale e la consistenza dei fabbricati nei pressi di Popoli sono maggiori rispetto ad altri complessi analoghi. Si trattava difatti di un'opera destinata anche a proteggere l'agglomerato urbano, nel tempo diventato sempre più rilevante sia per ruolo strategico, sia per dimensioni.

La struttura difensiva di Popoli fu fortemente ampliata e potenziata al termine del XIII secolo (Moretti 1971, 123), per volontà dei Cantelmo: nobile casata approdata in Italia nel 1265 al seguito del re Carlo d'Angiò, insediata a Popoli e che dominava anche altre località. Tuttavia da sola la roccaforte del passo di Tre Monti non avrebbe potuto garantire la protezione del territorio, se non fosse stata integrata in un complesso di elementi che includeva il non distante centro abitato di Bussi, lambito dal fiume Tirino, poco prima della sua immissione nel Pescara; suscita particolare interesse l'articolato sistema di collegamenti ottici tramite i quali le sentinelle di Bussi potevano comunicare con le vedette a presidio delle altre opere fortificate lungo la valle del Tirino e in ulteriori zone dell'intorno, metodo di presidio territoriale basilare in epoca medievale: la torre di Bussi era in contatto visivo perfino con la lontana Castel del Monte, in alta montagna nella parte meridionale del massiccio del Gran Sasso; nodo cruciale per il controllo di svariate aree nei territori delle città di L'Aquila e Teramo. Allo stesso modo, tramite un riferimento visivo intermedio su un'altra altura in zona Tre Monti, nella località denominata Castiglione da non confondersi con la vicina Castiglione a Casauria, l'insediamento di Bussi era collegato con Popoli e, nella direzione opposta, perfino con il monastero di Santa Maria di Casanova presso Villa Celiera: ciò utilizzando una connessione con un punto d'avvistamento intermedio a quota maggiore, in località Rocca Tagliata.

Nel 1377, l'intera Bussi fu venduta a Restaino, esponente della famiglia Cantelmo: da tale momento, lo sviluppo del nucleo urbano di Bussi fu a lungo legato alle vicende di questa casata che intendeva estendere il proprio potere su molti luoghi limitrofi, in quel tempo quasi sempre soggetti pure all'autorità dei grandi insediamenti monastici.

L'altura di Rocca Tagliata aveva, quindi, sicuramente un ruolo strategico; da qui si poteva sorvegliare anche un vasto settore della valle fluviale del Pescara, garantendo la continua comunicazione con l'altrettanto essenziale torre di Popoli. Quest'ultima venne in seguito ulteriormente ampliata, con l'aggiunta di altre strutture fortificate tra la fine del Quattrocento e i primissimi anni del secolo seguente; a partire dalla fase aragonese, con la realizzazione del torrione sud a pianta circolare dopo il terremoto del 1456 (Latini 2000, 120-121); sono chiaramente riconoscibili anche ulteriori integrazioni volute dal conte Restaino IV, con significative modifiche apportate anche al mastio pentagonale (figura 5). È notevole l'accortezza costruttiva, evidente nella tessitura muraria costituita da blocchi di pietra squadrata di dimensioni varie, con altezza compresa tra 15-50 centimetri ed altezza tra 15-30 centimetri; elementi lapidei posti in opera secondo ordinati filari orizzontali, con modalità differente rispetto all'apparecchio murario tipico dei secoli precedenti (Chiarizia, Latini e Properzi 2002, 180).

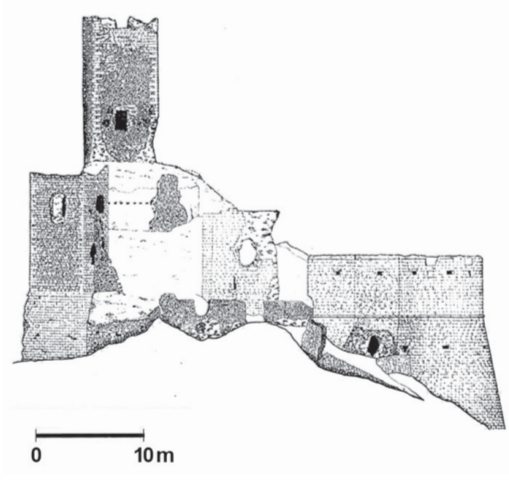


Figura 5. Popoli, il castello, prospetto (Chiarizia, Latini e Properzi 2002)

Figura 6. Tocco da Casauria, il Palazzo Ducale visto dall'alto (Chiarizia 1988)

Queste trasformazioni confermano la scelta di tale struttura come principale castello di pertinenza dei Cantelmo, adattandolo ai nuovi criteri architettonici (Perogalli 1975, 59). L'insediamento venne utilizzato come residenza della casata ancora fino al 1480 (Ghisetti Giavarina 2017, 71), quando fu infine deciso il trasferimento nel Palazzo Ducale, all'interno della cinta muraria del sottostante nucleo urbano (Moretti 1971, 130).

Lo stretto rapporto tra Popoli e il fiume Pescara, quindi la sua valle fino alla foce nel mare Adriatico, viene rivelato proprio dalla presenza dominante di questa antica struttura difensiva che non fu, tuttavia, l'unica realizzata in tale zona. Presso la già citata località di Castiglione, nei dintorni di Popoli, esisteva un'altro antico recinto fortificato; le origini di quest'ultimo risalgono addirittura all'epoca italica e di esso si conservano soltanto poche tracce della struttura di terrazzamento; non lontano, sul Colle Ferrano sono stati rinvenuti ulteriori resti di fortificazioni medievali, anch'esse abbandonate.

Presso Rocca Tagliata è opportuno segnalare il passaggio del tratturo Centurelle-Montesecco, derivazione del tratturo L'Aquila-Foggia; tale percorso varcava il crinale interposto tra Bussi e Castiglione a Casauria. Attraversato quest'ultimo centro abitato, difeso dall'antica fortificazione che aveva accresciuto la primitiva torre d'avvistamento isolata, caratterizzata dall'originale impianto triangolare; le greggi quindi proseguivano in direzione di Torre dei Passeri e quindi verso Alanno; il bestiame procedeva sul lato settentrionale della valle, parallelamente al corso del fiume Pescara, scavalcato infine tramite il ponte delle Cascine (Latini 2000, 53). La via della transumanza poteva permettere anche lo spostamento di importanti eserciti, perciò doveva essere accuratamente presidiata.

Un ulteriore caposaldo del sistema difensivo all'ingresso della val Pescara si colloca sull'opposto versante meridionale, ad est delle Gole di Popoli, nel luogo dove sorge il centro abitato di Tocco. Simbolo del rapporto tra quest'ultimo e la vallata del fiume Pescara risulta essere il Palazzo Ducale, edificio rinascimentale dalle sembianze di un castello (figura 6), che ha sostituito una precedente struttura fortificata; questa, secondo la tradizione, era stata edificata tra il 1215 e il 1220 per esplicita volontà di Federico II.

L'imperatore, mettendo in atto il proprio programma di controllo del territorio con la realizzazione di molteplici costruzioni militari, dovette aver chiara l'importanza strategica di tale compagine, posta a guardia del lato orientale del passo di Tremonti, che rappresenta l'inizio della valle del Pescara; analogamente a quella di Popoli, anche la fortificazione di

Figura 7. Tocco da Casauria, il Palazzo Ducale, fronte settentrionale affacciato sulla val Pescara

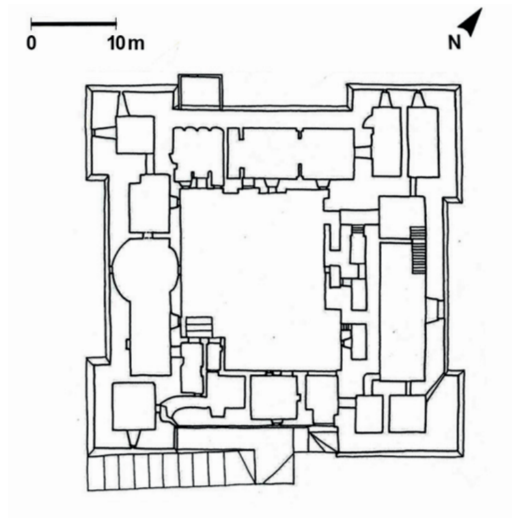


Figura 8. Tocco da Casauria, pianta (Chiarizia, Latini e Properzi 2002)

Tocco era indispensabile, rappresentando il caposaldo delle zone interne ai piedi del massiccio montuoso della Maiella e permettendo, allo stesso tempo, il controllo diretto della vallata fluviale: per quanto concerne lo stretto passaggio d'accesso, oltre che per un'ampia porzione della stessa; poteva, infatti, dominare tutto il territorio fino al mare, tramite la relazione visiva con le altre torri distribuite lungo il Pescara, collegando l'intero sistema difensivo con la già citata sommità di Rocca Tagliata.

L'edificio di Tocco, nella conformazione giunta fino ai nostri giorni, è il risultato di molteplici eventi storici, a partire dagli eventi sismici avvenuti tra il 1455 e il 1456. In tali occasioni, a seguito delle scosse, il fabbricato medievale crollò quasi del tutto, ad eccezione delle mura del basamento le quali, in virtù del loro grande spessore, non dovettero subire particolari danni; pertanto, tuttora presentano soltanto minime variazioni rispetto alla fase precedente. Si erge isolato dal resto dell'edificato del borgo ed è caratterizzato da un redendone in pietra calcarea locale che, correndo tutto intorno all'edificio, separa il livello inferiore, ossia il basamento, dal quello superiore oggetto della ricostruzione tardo quattrocentesca (figura 7). L'edificio venne di nuovo fortemente restaurato due secoli dopo, con i lavori resi necessari dal sisma del 1706, terminati nel corso dei successivi quattro anni. La configurazione definitiva presenta l'impianto planimetrico quadrato, sviluppato intorno ad un ampio cortile con la medesima forma; ai quattro angoli sporgono altrettanti bastioni, ugualmente con pianta quadrangolare (figura 8).

Questa architettura, a partire dallo stesso materiale con cui fu costruita, manifesta il proprio rapporto sia con il fiume, sia con la montagna: da quest'ultima furono estratti i blocchi di pietra perfettamente sagomati costituenti il paramento esterno, usati nella parte basamentale più antica, oltre che nelle torri d'angolo per tutta la loro altezza. All'interno, data la perdita dell'intonaco negli ambienti palazziali, conseguente al cattivo stato di conservazione dell'opera, è possibile constatare un abbondante utilizzo di pietra di fiume nel paramento murario, minimamente lavorata.

Nell'analisi delle costruzioni fortificate di questo territorio fluviale non può essere trascurato un elemento fondamentale, preminente tra l'alta e la media val Pescara, ossia la già citata sede monastica di S. Clemente a Casauria: importante meta di pellegrinaggio lungo un itinerario da sempre cruciale, ma che in epoca medioevale intercetta il collegamento primario tra Francia e Terra Santa. L'insediamento benedettino, situato a pochissima distanza dal fiume, costituisce uno degli episodi architettonici, culturali e politici più significativi del passato. Nelle vicinanze

Figura 9. Torre dei Passeri, il palazzo Mazzara-Gizzi visto dall'alto (Chiarizia 1990)

Figura 10. San Valentino in A.C, torre a pianta rettangolare del Castello Farnese (Chiarizia 1988)

del monastero si è in seguito sviluppato il centro abitato di Torre dei Passeri; qui, sulla sommità di una collina, emerge il settecentesco palazzo Mazzara-Gizzi, che domina il borgo medioevale sottostante; l'edificio sorge sul sito della precedente rocca, a sua volta innalzata inglobando una torre isolata alto medioevale che aveva forse anche funzione di struttura daziaria. Di certo qui era presente una delle varie costruzioni integrate nel complesso sistema di strutture d'avvistamento e fortificazioni, a difesa dell'insediamento religioso nonché per il controllo di un'ampia zona della val Pescara, quindi dell'antica via Claudia Valeria affiancata al fiume (Mancini 2006, 133).

Nel 1652, il feudo di Torre dei Passeri fu venduto a Camillo Domenico Mazzara, i cui discendenti controlleranno a lungo il centro abitato. La dimora signorile nella sua conformazione architettonica attuale si deve alla marchesa Smeralda Mazzara, che nella prima metà del Settecento avviò la ristrutturazione dell'opera fortificata, trasformandola in casa palaziata utilizzando gli apparecchi murari della precedente struttura (figura 9); l'impianto generale venne ricomposto sulle fondamenta del castello (Chiarizia 1990, 167). Tale palazzo, principale dimora di questa famiglia, sarebbe stato anche il fulcro del successivo sviluppo urbanistico del borgo; nel XX secolo l'edificio venne acquisito dalla famiglia Gizzi, assumendo così la doppia denominazione.

Vicende diverse hanno invece caratterizzato la roccaforte del borgo di San Valentino in Abruzzo Citeriore, centro di cospicue dimensioni sul versante opposto della vallata rispetto a Torre dei Passeri, situato tra i fiumi Orta e Lavino; la conformazione delle vallate di questi ultimi permette l'affaccio diretto sulla valle del Pescara, con un'ampia veduta dall'altura su cui sorge l'abitato di San Valentino. In quest'ultimo è possibile distinguere chiaramente il primitivo nucleo medievale e la successiva espansione sette-ottocentesca (Chiarizia 1988, 156); l'insediamento originario, nel punto più alto dell'sito urbano, ruota intorno al complesso edilizio tradizionalmente denominato Castello Farnese, formato da un insieme di corpi di fabbrica innalzati all'interno del recinto delle mura costituenti l'antica fortezza. Continua ad essere un'opera significativa, nonostante il verificarsi di vari crolli e drastici rimaneggiamenti nel tempo; denota origini medioevali, databili al XIII secolo, come dimostrano alcuni elementi architettonici, tra cui l'arco ogivale in pietra dell'androne, oppure una porzione edilizia posta di fronte all'ingresso. L'attuale configurazione si deve ai conti Perigiis della Tolfa, i quali promossero un imponente intervento di rinnovamento, operato al principio del XVI secolo come documentato da una lapide posta

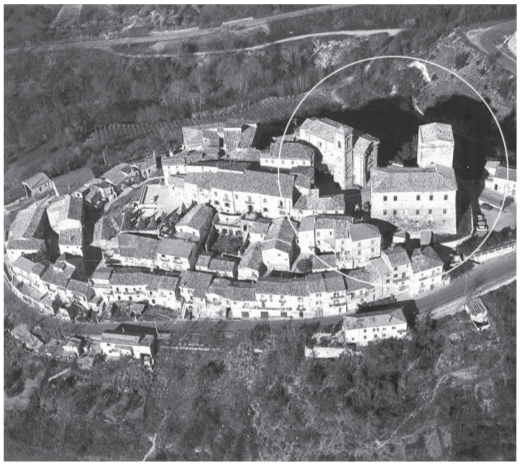


Figura 11. Rosciano, vista dall'alto con l'emergenza volumetrica del palazzo Di Felice di Casale (Chiarizia, Latini e Properzi 2002)

Figura 12. Rosciano, il palazzo Di Felice di Casale e l'adiacente torre di origine medievale

nell'androne in cui compare incisa la data 1507. Inquadrata e irrobustita da grossi cantonali in pietra squadrata, la muratura in bozze lapidee e malta denota i segni di vari interventi, con inserzioni e ricuciture murarie, interventi in generale di difficile datazione (figura 10).

Con l'acquisto del castello da parte di Margherita d'Austria, nel 1583, il centro abitato di San Valentino entrò a far parte degli Stati Farnesiani d'Abruzzo: il complesso munito assunse perciò da allora l'attuale denominazione (Mancini 2006, 145).

Come San Valentino, allo stesso modo anche Spoltore è relativamente distante dal fiume Pescara; il centro storico di Spoltore, a nord del fiume principale, è sormontato da un remoto edificio difensivo sulla sommità del colle, nel rione Castello; si distinguono i resti dell'antico fortilizio tra cui un bastione poligonale sul lato settentrionale e un torrione tondo a sud; tali vestigia, in laterizio, richiamano l'architettura fortificata del XVI secolo con evidenti aggiunte e restauri che si sono susseguiti fino al XVIII secolo.

Ugualmente a nord del Pescara è Rosciano, borgo che dalla sommità di una collina si sporge direttamente sulla valle, in questo tratto particolarmente ampia; come già Tocco da Casauria, con le sue emergenti costruzioni, anche quest'altro borgo arricchisce il paesaggio fluviale, per il resto contraddistinto da pochi altri specifici elementi d'interesse urbano. L'abitato di Rosciano risulta aggregato secondo uno sviluppo fusiforme protetto dell'elemento fortificato principale, rappresentato dal torrione quadrangolare, inglobato in un secondo momento nel palazzo Di Felici di Casale (figura 11): opera rilevante, di fondazione medievale, rappresenta il cardine intorno al quale è avvenuta l'espansione edilizia in epoca rinascimentale. La torre del palazzo Di Felice di Casale conserva le sembianze di un massiccio puntone, nella cui muratura si aprono monofore ogivali a dimostrazione dell'antichità della fabbrica (figura 12); dalla sua posizione elevata, il torrione domina un vasto territorio, insieme all'adiacente palazzo con muratura in mattoni a vista; quest'ultimo, però, pur nella sua imponente massa, sembra accostarsi alla massiccia torre quasi in posizione subalterna (Ghisetti Giavarina 2017, 71).

Nell'ultimo tratto della vallata, in un territorio ormai pianeggiante prossimo alla foce, il Pescara scorre adagio, attraversando infine la città omonima; in origini insediamento di piccole dimensioni sorto sul sito dell'antica Ostia Aterni, insediamento urbano di epoca romana. La cinquecentesca Fortezza di Pescara era fondamentale per presidiare lo sbocco del fiume nel mare Adriatico; vicende storiche e sviluppo urbano del XX secolo hanno provocato la perdita di gran parte del vecchio patrimonio edilizio, con la conservazione soltanto dei Bagni borbonici e di pochi resti della piazzaforte.

Lista di referenze

Chiarizia, Giuseppe. 1988. *Abruzzo dei castelli. Gli insediamenti fortificati abruzzesi dagli italici all'Unità d'Italia*. Pescara: Carsa.

Chiarizia, Giuseppe. 1990. *Centri storici della val Pescara, dall'evo medio ai nostri giorni*. Pescara: Carsa.

Chiarizia, G.; M. Latini; P. Properzi. 2002. *Atlante dei castelli d'Abruzzo. Repertorio sistematico delle fortificazioni*. Pescara: Carsa.

Ghisetti Giavarina, Adriano. 2017. *L'Aterno-Pescara. Mistero di un fiume*. L'Aquila: Textus.

Latini, Marialuce. 2000. *Guida ai Castelli d'Abruzzo*. Carsa: Pescara

Mancini, Renzo. 2006. *Viaggiare negli Abruzzi. Una terra da scoprire attraverso le sue vie storiche. Amiente, archeologia, arte, monumenti*, v. III, *La via Valeria*. L'Aquila: Textus.

Moretti, Mario. 1971. *Architettura medioevale in Abruzzo dal VI al XVI secolo*. Roma: De Luca.

Pessolano, Maria Raffaella. 1996. L'Abruzzo marittimo: note di storia urbana. *Opus 5*, *Quaderno di storia architettura restauro*: 149–200. (Pescara: Carsa.)

Perogalli, Carlo. 1975. *Castelli dell'Abruzzo e del Molise*. Novara: Gorlich.

Zenodocchio, Sandro. 2008. *Antica viabilità in Abruzzo*. L'Aquila: Rea.

Variables para la asignatura Historia de la Construcción. Una experiencia en la Escuela Sevillana de Edificación

Gregorio Manuel Mora Vicente

La propuesta arranca desde el análisis de la asignatura *Historia de la Construcción* (HC), en los Grados que habilitan a Arquitecto Técnico de las Universidades Públicas españolas. La materia no sigue esquemas comunes en cada centro y se imparte de manera individual o inserta en otras disciplinas introductorias a la edificación. A partir de ahí exponemos nuestra experiencia en la ETS de Ingeniería Edificación de la Universidad de Sevilla, donde se imparte junto a *Introducción a la Construcción* (IC). En este sentido se presentan algunas líneas de organización docente que pretenden compatibilizar los objetivos de cada una, no se trata de una propuesta cerrada y está en transformación cada curso académico; y debe entenderse como una simple comunicación de nuestra práctica individual. En general quiere responder a las necesidades de los estudiantes y aportarles herramientas que puedan serles útiles durante los años de formación; por ejemplo, el entendimiento de los términos construcción y estructura de edificación, como base para identificar técnicas, elementos o sistemas de construcción, de cualquier inmueble en cualquier momento histórico.

Como materia de Enseñanza Superior la *Historia de la Construcción* surge con el Plan Experimental de 1977, que reguló la formación de las Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica. La asignatura aumentaba la oferta docente de un título que necesitaba una materia que lo anclase a la formación humanística tradicional, que hasta entonces estaba volcado en la ejecución y nueva planta. Se recomendó su incorporación en el último curso -Tercero- con una carga teórica de dos horas semanales.

Mayoritariamente su instrucción siguió una metodología secuenciada en la Historia Antigua, Medieval, Moderna y Contemporánea de Occidente; abriendo periodos culturales en cada uno (de Mesopotamia a Roma, de Bizancio al Gótico, del Renacimiento al Barroco, y de la Revolución Industrial a la construcción Contemporánea). En ese marco los profesores han ido perfilando la docencia de cada centro, quizás enfrentados a la duda sobre la idoneidad de la materia y su utilidad para los egresados. Esa idea -a la que con frecuencia nos enfrentamos- nos lleva a excluir por inútil el sentido cultural inherente de la asignatura, y la reduce a servir de puente a otras, directa o indirectamente relacionadas con la Historia.

La docencia se ha mantenido en la mayor parte de los centros, aunque ha necesitado tiempo para encontrar su sentido y ajustarse a los Títulos que habilitan a la profesión, actualmente fijados en la Orden ECI 3885/2007[1]. Así, los docentes pretendemos establecer su necesidad, y se han ido marcando los postulados y sistema de enseñanza[2] (Castilla 2017).

Destaca el aumento de publicaciones habidas desde la década de los Noventa, o la labor de la Sociedad Española de Historia de la Construcción, que celebra congresos bianuales y edita sus actas[3]. Entre esta producción caben destacarse los estudios que específicamente han tratado los contenidos de la HC (Graciani

2000, Huerta 2009 ó Huerta y Crespo 2015). Aunque las propuestas sean personales comparten el empeño de hacerla una disciplina independiente, perfilándose sus objetivos de docencia e investigación y su metodología, ni dependiente ni auxiliar de otras. Las propuestas han definido los ejes de la materia en el progreso diacrónico de construcción y su análisis técnico, por diferenciarlos de lecturas espaciales, conceptuales o estilísticas, propias de las Historias de la Arquitectura y el Arte, por ejemplo. Igualmente se han señalado los ámbitos de trabajo sobre los que debe cimentarse: cronología, tradición cultural y tecnológica, dominio de los materiales y técnicas, factor humano implicado en los procesos de ejecución...

Los cambios de organización docente también han influido en la consideración de la asignatura, que ha encontrado acomodo entre las Obligatorias o Básicas de los planes de estudio. A menudo se ha establecido una conexión con la familia de Construcción (Introducción y Restauración); de hecho, buena parte de las universidades que ofrecen el Grado encuentran en la HC un nexo entre ambas, compartiendo contenidos o basándose en sus competencias como punto de partida. Para entender la situación actual hemos formado una tabla con los diecisiete centros públicos de enseñanza superior que imparten el Título habilitante a Arquitecto Técnico.

En ocho Escuelas se mantiene la asignatura *Historia de la Construcción* de manera específica, distribuyéndose en Primero, Segundo o Tercer año[4]. Sus programas siguen un esquema cronológico y no incluyen contenidos de IC; la carga en créditos europeos está entre seis y tres[5]. En todos los casos los objetivos pasan por contextualizar al estudiante en el fenómeno de la edificación, pasando por la definición y clasificación de las acciones edilicias, concepto y componentes de la estructura. En esta línea, aunque con títulos cambiados se encuentran las Politécnicas de Cataluña y Valencia, donde se titulan *Arquitectura, Construcción y ciudad en la Hª de Occidente*, y *Construcciones históricas*, respectivamente.

En seis campus no hay mención explícita a HC, y sus contenidos se abordan desde materias como *Construcción I, Fundamentos* e *Introducción*, o directamente no se tocan[6]. En el primer caso se dan dos circunstancias opuestas: que para incorporar las directrices del Ordenamiento de 2007 (conocimiento de *materiales y sistemas constructivos tradicionales o prefabricados empleados en la edificación; evolución histórica de las técnicas y elementos constructivos y materiales…),* se añada una reseña o contenido preliminar -Alcalá de Henares, Castellón, Granada, Extremadura, La Laguna-; o que el contenido completo se haya adaptado a la tradicional concepción histórica. Es el caso del programa *Construcción I* de las universidades de Castilla La Mancha e Islas Baleares, cuyas guías docentes incorporan temas introductorios y el grueso obedece a tipologías edilicias, formas o materiales, siguiendo el recorrido diacrónico convencional. En todos esos casos la carga está entre 7,5 y 6 créditos, situándose como material de formación Básica en Alcalá de Henares.

El último caso es el de Sevilla que suma en el título de la materia las líneas de Historia e Introducción (*HC/IC*). Esta singularidad se debe a que se formaron como independientes en momentos concretos —1977 y 99— cursándose por separado hasta 2010[7], y uniéndose cuando se organiza el Plan de estudios de Graduado en Edificación de la Hispalense. Por lo tanto, cumple una doble función: encuadrar al alumno en la profesión definiendo sus contenidos preliminares y capacitarlo para que conozca técnicas, elementos y sistemas de construcción durante la Historia. En este caso, la organización docente sigue un esquema diacrónico y los profesores vamos incorporando contenidos de *IC* a medida que avanza el programa (elementos, técnicas y materiales a medida que la estructura edilicia se hace más compleja, o evoluciona la cronología).

Tras repasar las guías docentes de las asignaturas señaladas se aprecia algo de desconcierto porque los títulos no disponen de contenidos similares en todos los casos. Esta situación es normal habida cuenta que las universidades tienen potestad de crear sus planes, pero puede perjudicar al alumno en uno de los aspectos que persigue el vergel del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES): la movilidad entre Escuelas y la adaptación o convalidación de sus perfiles. Así, la tradicional *Construcción I* puede introducir a la actividad, convertirse en *HC*, o arrancar de temas propios (Geotecnia y Cimientos). *Fundamentos* o *Introducción* encuadran al alumno en acciones y vocabulario propio de la edificación, pero en aquellos casos donde no existe *HC*, agregan una parte del temario para enlazar con la Orden.

El Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) señala las características de los Grados universitarios. Su obtención dota al

Tabla 1

Universidades públicas españolas con títulos que habilitan a arquitecto técnico Materias afines a HC o IC (propuestas del curso 2024-25)		
Grado/ Universidad	Asignatura	Curso/ Ects
ARQUITECTURA TÉCNICA Y EDIFICACIÓN	*Iniciación a la Edificación* (B)	1º / 6 ECTS
Alcalá de Henares	*Fundamentos de la Construcción* (B)	1 º / 6 ECTS
GRADO EN EDIFICACIÓN	*Construcción I: Historia de la Construcción* (B)	1º / 6 ECTS
Illes Balears		
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Fundamentos de la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
Alacant	*Historia de la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
EDIFICACIÓN	*Introducción a la Construcción* (O)	1º / 3 ECTS
Politécnica de Madrid	*Historia de la Construcción* (O)	3º / 3 ECTS
ARQUITECTURA TÉCNICA Y EDIFICACIÓN	*Introducción a la construcción* (O)	1º / 4,5 ECTS
Politécnica de Catalunya	*Arquitectura, Construcción y ciudad en la Hª de Occidente* (O)	1º/ 4,5 ECTS
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Construcción I, fundamentos* -sin historia- (O)	1º / 6 ECTS
Jaume I, Castellón		
ARQUITECTURA TÉCNICA Y EDIFICACIÓN	*Construcción I* (O)	1º / 6 ECTS
Girona	*Historia de la Construcción* (O)	2º / 3 ECTS
INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN	*Fundamentos de la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
Politécnica de Cartagena	*Historia de la Construcción* (O)	2º / 3 ECTS
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Construcción I* -asume introducción- (O)	1º / 6 ECTS
Salamanca	*Historia de la Construcción* (O)	3º / 4,5 ECTS
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Edificación I* (O)	1º / 6 ECTS
Politécnica de La Almunia, Zaragoza	*Historia de la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
EDIFICACIÓN	*Construcción I* -tema 1, historia- (O)	1º / 6 ECTS
Extremadura		
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Construcción* I (B)	1º / 9 ECTS
Politécnica de Valencia	*Construcciones históricas* (O)	3º/ 4,5 ECTS
EDIFICACIÓN	*Construcción I. Tipología y fundamentos de la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
Granada		
INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN	*Construcción I* (O)	1º / 6 ECTS
Castilla La Mancha, Cuenca		
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Construcción I* (O)	1º / 7,5 ECTS
País Vasco, Guipúzcoa	*Historia de la Construcción* (O)	2º / 6 ECTS
ARQUITECTURA TÉCNICA	*Construcción I* (O)	2º / 7,5 ECTS
San Cristóbal de La Laguna, Tenerife		
EDIFICACIÓN	*Historia de la Construcción e introducción a la Construcción* (O)	1º / 6 ECTS
Universidad de Sevilla	*Construcción I, geotécnica y cimientos* (O)	2º / 6 ECTS

egresado de herramientas para ejercer una profesión; es decir, lo capacita para entender, desarrollar e interpretar conceptos profesionales, ser capaz de comunicarlos y aplicarlos en situaciones complejas. También le proporciona una base teórica para ampliar su formación (estudiando una Maestría y posterior Doctorado)[8]. Como las asignaturas deben contribuir a estos fines, cada Título determina las competencias que deben cumplir.

Nuestro caso sevillano

Dentro del actual Plan Docente del Grado en Edificación de la US, la asignatura *Historia de la Construcción e Introducción a la Construcción (código* 2440007), se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso, siendo materia Obligatoria de seis créditos. Está adscrita al Departamento de Construcciones Arquitectónicas II. Se distribuye en sesenta horas de clase, estimándose ciento cincuenta las que el estudiante debería invertir en su aprendizaje. Supone el contacto inicial con la actividad, ya que durante la primera anualidad cursa disciplinas de Derecho, Matemáticas, Geometría, Física, Dibujo y Fundamentos Materiales.

Las exigencias de la materia derivan de la Memoria de Verificación del Título de Graduado en Edificación (redactada por la US en 2015, a partir de la citada Orden ECI y el Libro Blanco de ANECA para el Grado, 2005[9]). Forma un bloque con las asignaturas

Construcción I y *II* -Geotecnia y Cimientos, elementos estructurales- y *Restauración y Patologías de Edificación*[10]. Es decir, debe preparar al estudiante para esos contenidos. En la Memoria, la asignatura queda alojada en el módulo Técnicas y Tecnologías de la edificación II, detallándose las competencias que comparte con el resto del bloque y Grado, y las que son específicas: *Conocimiento de la evolución histórica de las técnicas, elementos constructivos y sistemas estructurales que han dado origen a formas estilísticas*; *Aptitud para identificar los elementos y sistemas constructivos, definir su función y compatibilidad, y su puesta en obra en el proceso constructivo*; *Conocer los sistemas constructivos tradicionales o prefabricados empleados en la construcción y sus variedades*.

Por nuestra parte, estas aptitudes se concretan en los objetivos descritos en el programa docente: capacitar al estudiante para la identificación de técnicas, elementos y sistemas constructivos lo largo de la Historia, incentivando su investigación y presentando este campo como un futuro espacio profesional[11]. Se pretende que este esquema incorpore elementos relativos a las dos ramas: desde la *HC* que el estudiante alcance a conocer, identificar, analizar técnicas, dichos aspectos; desde la *IC* iniciarlo en el concepto construir, definiéndolo como un hecho complejo ejecutado en plazos siguiendo una estructura, y dependiente de acciones, agentes, o materiales diversos. En última instancia se prevé estimular la investigación y propiciar la validez de los contenidos en futuros retos docentes y profesionales.

Para la organización de la materia es necesario tener en cuenta la personalidad del estudiante y el contexto de su ingreso al Grado. La mayor parte han superado la prueba de acceso a la Universidad o están en posesión de un título de ciclo Formativo Superior[12]. En menor medida cuentan con diploma de Bachiller homologado (europeo, internacional u otros), o han culminado el acceso de 25, 40 o 45 años. Tradicionalmente los que acceden a ETSIE sevillana tienen un perfil práctico, que a veces le aleja de conocimientos de Historia, para los que no encuentran sentido ni aplicación directa. La diversidad de su origen dificulta encontrar un punto de partida en Humanidades, Ciencia o Técnica. Obviamente, salvo aquellos que vienen de una Formación Profesional vinculada, tienen poca idea de edificación. Este es un panorama convencional, a veces cambia entre promociones de ingreso, incluso entre grupos del mismo curso, pero conviene tenerlo presente a la hora de organizar la docencia, ya que hay que equilibrar de la mejor manera los conocimientos introductorios y los históricos.

También encaja destacar la aprensión con la que abordan la asignatura. Según nuestra experiencia, a menudo interpretan los contenidos desde un punto de vista estilístico que en sí mismo les resulta ajeno, y ello desemboca en analizar los edificios desde una visión casi turística, ajena a la comprensión de su función original, materiales, elementos, o cualquier aspecto sobre ejecución que no sea anecdótico. Propiciar el cambio de esa mirada hacia la del Técnico que serán, es otra de las obligaciones que se sobreentienden a la materia, de ahí que es interesante presentar los contenidos desde una base sobre la que desarrollarán sus años de formación, incluso su ejercicio profesional.

Un último problema: el tiempo, y dos decisiones condicionadas: cómo establecer el grado de profundidad alcanzable y cómo seleccionar los ejemplos analizados. Como se dijo, la docencia se imparte en quince semanas -cuatro horas por cada una- en las que se pretende favorecer la comprensión de técnicas, elementos y sistemas de construcción hilvanados cronológicamente, y esperar que lo aprendido tenga continuidad con su formación posterior. Ante la duda sobre cómo ordenar los contenidos para facilitar su comprensión, la tendencia es seguir una línea diacrónica, aunque resulte difícil reducir a características generales periodos complejos, sin cuyos matices se puede perder la compresión de una obra.[13]

Siguiendo este hilo, se pueden ir presentando aspectos: sistemas constructivos, esfuerzos, materiales… que puedan ser característicos de un periodo histórico; por ejemplo, construcciones egipcias y griegas para esquemas adintelados y piedra; romanas y medievales para abovedados y hormigones o morteros tradicionales…). Sea como fuere estos aspectos solo pueden ser afianzados si el estudiante cuenta con una base introductoria inicial. Es un sistema que normalmente usamos en clase, pero que necesita tiempo para entender los propios fundamentos de cada sistema.

Por otra parte, los temarios están condicionados por la Historia de Occidente, lo que descuida el resto de la construcción general. Dada la multiculturalidad a la que aspiramos en las aulas este dato no debería

pasar desapercibido. El contenido puede ser infinito, hay dificultad para contar con un manual de referencia, y recelo porque la disciplina ni sea lo suficientemente pragmática, ni necesaria para un técnico. Somos partidarios de pensar que hay un trabajo ilusionante, seguramente lo más importante sea que asimilen estos meses una estrategia para empezar a mirar y describir.

Una propuesta que arranca en el Código Técnico de Edificación

Para organizar la metodología que aglutine los principios técnicos de la IC, con la secuencia evolutiva de la HC partimos de la premisa de que ambos tuvieran un valor equivalente: Las condiciones históricas determinan un grado técnico y con ello un tipo de edificación; pero estas se pueden analizar, sea el momento que sea, bajo el prisma de sus exigencias básicas. Definir cuáles eran y cómo se obraba el milagro del equilibrio, es el arranque de nuestra docencia. Como en este punto debemos escoger una serie de conceptos sobre los que armar el relato, los recogemos de una fuente con la que convivirán los próximos años, el Código Técnico de la Edificación (CTE). Partimos del convencimiento de que marcos normativos han existido siempre en edificación, y que nuestros requerimientos (Seguridad, Funcionalidad, Habitabilidad) se han perfilado desde antiguas claves, las más sencillas la *Firmitas*, *Utilitas* y *Venustas*, vitruviana.

Como metidos en el bosque se hace difícil advertir el camino, se plantea como punto de partida el significado de *construcción* que ofrece el CTE, cuya acepción es más amplia que la convencional, e incluye actividades que se pueden dar entorno o lejos de la obra[14]. Es decir, el estudiante puede percibir que las actividades se inician antes de abrir las primeras zanjas, e implican el estudio del terreno, ejecución de un proyecto, promotores y otros agentes implicados, etc.

En la misma línea se desarrollan los conceptos estructura y acciones de edificación como aspectos relacionados, puesto que uno se hace fuerte frente a los otros. Lo que perseguimos es que el estudiante conozca el significado, función y tipos de: (terreno) cimentación, estructura vertical y horizontal, comunicación, cubierta e instalaciones; y como ese armazón se enfrenta a riesgos permanentes (peso propio y asientos), variables (sobrecarga, uso, condiciones climáticas) y accidentales (sismo, incendio, impacto). El último concepto que presentar es el significado de sistema constructivo, técnicas y elementos.

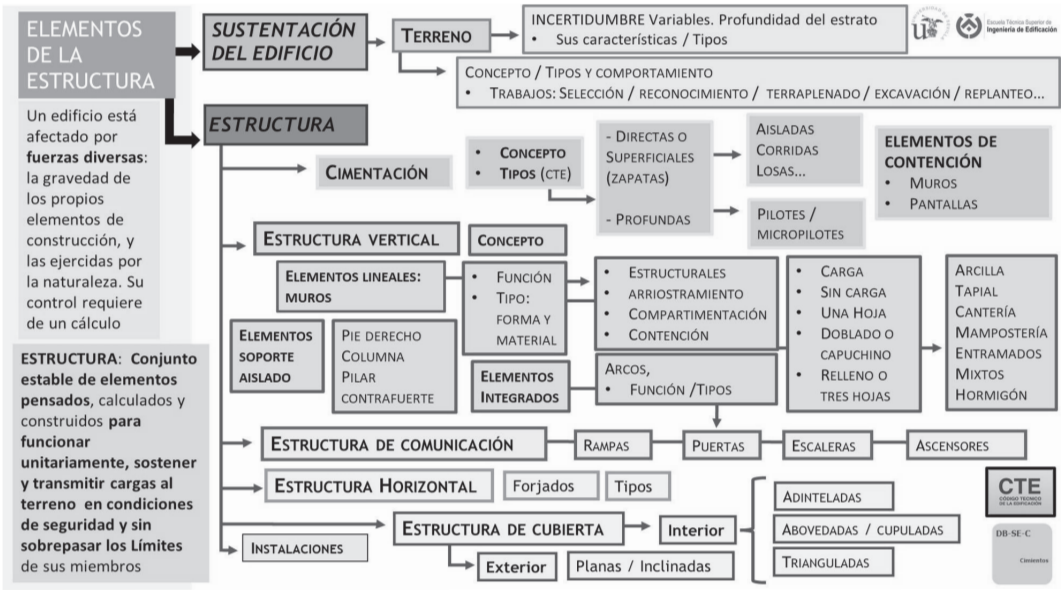


Figura 1

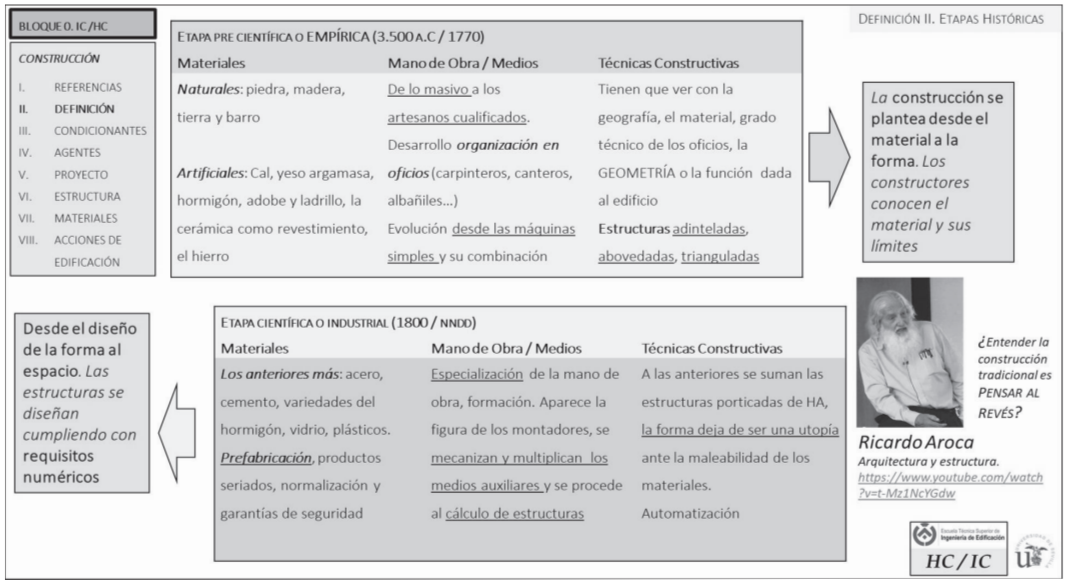


Figura 2

Aquí topamos con un problema de conceptos que cuesta aclarar. Un sistema es una organización de materias que forman un espacio (una estructura arquitectónica). Desde ese punto de vista, hay varios criterios para caracterizarlo: en relación a las cubiertas (abovedados, adintelados, triangulados), a los materiales, al sistema de reparto (porticados, muros de carga). Por simplificar se sugiere identificar el concepto con el de estructura de la construcción, que atiende a partes interrelacionadas.

Respecto a la técnica, quizás la identificación es más sencilla si la centramos en los materiales. Así podrían diferenciarse las fábricas tradicionales (pétreas: cantería, mampostería; arcillas: ladrillos, adobes, tapial; formáceas: hormigones, argamasas; mixtas: entramadas…), en las que se señala su organización y ejecución (aparejos, morteros…); y las artificiales: hormigones formados con cemento (en masa, armado o pretensado), aceros u otros materiales, donde se puede incidir en conceptos como prefabricación o dosificación.

Por último, dentro del rango elemento estaría cualquiera que formase parte de la estructura: Un muro, un pilar, una zapata o una bóveda serían elementos simples, cumplen con una determinada función dentro de la organización de la fábrica, aunque cada uno pueda desplegarse en tipologías particulares. Habrá otros conceptos complejos, que incorporen varios, como envolvente. El alumno deberá manejarlos por ser un objeto de análisis, además ofrecen una toma de contacto con el vocabulario de la edificación, que se convertirá en su lenguaje.

Insistimos en que la idea es analizar desde un esquema repetido: la estructura. Siempre no se dará la circunstancia que permita completar todos los campos, la idea es que asimilen el esquema como una organización real que permite el estudio de cualquier edificación y en cualquier momento histórico. Su consiguen analizar desde este mantra, podrán aplicarlo a otras materias en años venideros. Esta es una visión que se sigue en parte de la bibliografía recomendada (Mark 2002). El punto de partida es que los estudiantes asimilen que el significado que hoy le damos al término construcción y estructura de edificación es extrapolable a cualquier momento histórico, y que las claves generales que rigen la edificación actual siempre han estado presentes.

Como nuestra asignatura cuenta con dos partas, ese bagaje vinculado a la IC debe ser conectado desde el aprendizaje de la HC, como marco evolutivo donde anclar los conceptos técnicos. En este sentido la organización se propone en dos bloques temáticos

evolutivos, la *construcción empírica* o pre científica y la *industrial* o científica[15]. Se trata de espacios de carga cronológica disímil, que se proponen en relación a tres hechos: *material*, *mano de obra* y *técnicas constructivas*, aunque el hilo conductor es la Historia (fomenta la idea de progreso técnico).

El punto de inflexión estaría en el momento en que la mecanización permite cambiar el uso tradicional de los materiales y la propia gestión de la edificación. En ese sentido señalamos que entre los dos periodos se produce un cambio en la manera de afrontar la obra. Esta idea parte de la visión del profesor Ricardo Aroca, que plantea ese cambio en relación a la limitación material[16] . Así, de manera muy general, podría decirse que en la primera etapa se llega al espacio desde la condición del material, mientras que en la segunda esa restricción no existe y se hace posible casi cualquier idea por la ventaja que precisamente ofrecen los materiales.

Dentro de cada bloque se propone un desarrollo cronológico convencional; el espacio pre científico arrancaría desde los orígenes de la actividad hasta finales del siglo XVIII, mientras que el segundo alcanzaría desde el XIX a nuestros días. En cada periodo se iniciará al alumno en los aspectos que envuelven a la construcción, la evolución de las técnicas constructivas y los elementos estructurales básicos. La Historia se convierte en hilo conductor, transmitiendo que esos conceptos, los que forman la estructura de un inmueble, han estado siempre presentes en la gestión edificatoria, con todos los matices posibles desde las primeras comunidades que propiciaron la Cueva de Menga a las que desarrollaron los logros de la Escuela de Chicago.

Notas

1. Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico. BOE núm. 312, de 29 de diciembre de 2007, páginas 53739 a 53742 (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-22447)
2. Esta perspectiva ha sido también analizada por el Profesor Francisco J. Castilla Pascual. CASTILLA 2017.
3. La organización de congresos nacionales se ha venido desarrollando bianualmente desde 1996, Desde 2015 comparten este ámbito con los Hispanoamericanos. https://www.sedhc.es/. En cuanto a las revisiones sobre la disciplina, destacan Graciani 2000, 469-477; Huerta 2009. Huerta y Gil 2015.T.I, 41-60; López 2015. T. II. 959-965
4. En primer año: Alicante, Cataluña, Zaragoza; en segundo: Gerona, Cartagena y País Vasco; en tercero: Madrid Salamanca y Valencia.
5. Puede ser directamente *Construcción I* (Gerona, País Vasco, Salamanca y Valencia), *Edificación I* (Zaragoza), *Fundamentos de Edificación* o *Construcción* (Alicante y Cartagena), o *Introducción a la Construcción* (Madrid y Cataluña)
6. Alcalá de Henares incluye dos materias de introducción: *Fundamentes de la Construcción* e *Iniciación a la Edificación*, Castellón, Cuenca y La Laguna imparten *Construcción I*; Granada y Extremadura también, aunque incluyen en sus programas análisis de las tipologías y una breve reseña diacrónica.
7. Las dos materias se situaban en el primer curso de los tres que componían la titulación, IC en el primer cuatrimestre con una carga de 7,5 créditos, HC en el segundo con carga de 4,5. La asignatura de Introducción estaba organizada en nueve bloques temáticos: Terreno, Acondicionamiento, Cimentaciones, Estructuras Porticadas, Fábricas, Fachadas, Cubiertas e Instalaciones.
8. MECES. Art. 6 Nivel de Grado.
9. En el compendio de la Agencia Nacional, HC queda vinculada al grupo *Técnicas y Tecnologías de la Edificación*, a los descriptores *Historia de la construcción, Tecnología y Sistemas Constructivos*. En este grupo las destrezas que deben adquirir los estudiantes son: Conocer la evolución histórica de los procedimientos, métodos y elementos constructivos; Saber reconocer las formas arquitectónicas a través de la historia; Conocer los sistemas estructurales y constructivos que han dado origen a estas formas estilísticas; Identificar los elementos constructivos, sus partes y definir la misión de cada uno de ellos; Identificar y reconocer las diferentes tipologías constructivas, su morfología, función y comportamiento; Conocer teórica y prácticamente las técnicas de construcción propias y compatibles con los diferentes sistemas constructivos y su desarrollo en el tiempo; Conocer los materiales de construcción adecuados a cada tipología constructiva, y su puesta en obra en el proceso constructivo; Plantear y resolver detalles constructivos; Conocer los distintos sistemas estructurales, reconociendo las ventajas e inconvenientes fundamentales que cada uno presenta.
10. MVT Graduado en Edificación (US, 2015. Pp. 104-107). Todas obligatorias de 6 ECTS. El texto entiende que las cuatro materias están directamente conectadas, de hecho, determina el mismo sistema de evaluación y recomienda que la metodología docente sea práctica y desarrollada en torno a dos premisas: que sea sistemá-

tica, y sus objetivos sigan una estructura ordenada; que sea comparativa, entre los sistemas realizados con distintos materiales.

11. Las líneas maestras de nuestro actual programa docente han sido fijadas por la Catedrática Dª Amparo Graciani García.
12. Según los datos de ingreso de 2026 en la ETSIE de la Universidad de Sevilla, los estudiantes procedentes de Ciclos formativos superiores son el 12.39%, los que llegan desde pruebas de acceso (PAU), un 81.35%. La nota de corte final está en 6.77
13. Dos ejemplos concretos que nos pueden resultar, ¿cómo explicar la construcción prerrománica asturiana sin el contexto general de la alta Edad Medida; y la basílica de Santa María *Novella* de Florencia sin el del Renacimiento? La predisposición del docente y el alumno es fundamental, no se puede describir la trascendencia de uno y otro sin entender su contexto.
14. RAE. *Construcción*. 1. tr. *Hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública.* CTE. *Construcción*: *Conjunto de las actividades para la realización física de la obra. El término, cubre la construcción in situ, pero también la fabricación de partes en taller y su posterior montaje in situ*. Parte I. Anejo III, Terminología (P.23). Modificaciones conforme al RD 450/2022, de 14 de junio (BOE 15/06/2022)
15. Es la organización que se sigue de manera general en el proyecto docente de nuestra asignatura, y a grandes rasgos en el de otras Universidades. Actualmente parte de la bibliografía añade un tercer momento que arrancaría en el cambio de siglo XX-XXI (*construcción postindustrial*), que coexistiendo con los anteriores incorpora producciones automatizadas, materiales procesados y medios auxiliares complejos. Villanueva Domínguez, L. Las tres edades de la construcción. En *Informes de la Construcción*. Vol. 57, nº 498, 2005. Pp. 41-45. Se ofrece esta lectura al alumno para evaluar su grado de comprensión del marco de la asignatura.
16. El profesor Aroca plantea que para entender la construcción tradicional desde nuestro punto de vista actual quizás haya que pensar al revés; si hoy proyectamos desde la idea a la forma, y anteriormente desde el material. Puede rastrearse esta idea en parte de su obra, en clase recomendamos la visualización de la siguiente conferencia sobre Arquitectura y estructura. Impartida en la ETSA de Madrid en 18.09.2015 https://www.youtube.com/watch?v=t-Mz1NcYGdw

Lista de referencias

Castilla Pascual, F. J. 2017. Historia de la construcción, construcciones históricas y construcción tradicional en los planes de Grado de Edificación. En: *EDIFICATE. I Congreso de Escuelas de Edificación y Arquitectura Técnica de España València, 4 y 5 de noviembre de 2021.* Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Universitat Politècnica de València: 91-102. Doi: https://doi.org/10.4995/EDIFICATE2021.2021.13299

Graciani García, A. 2000. Hacia el nacimiento de la Historia de la Construcción. Origen y devenir de una ciencia. En: *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Sevilla 2000. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, 469–477.

Huerta Fernández, S. 2009. Historia de la construcción. La fundación de una disciplina. En: *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción:* Valencia, 2009. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Vol. I: xiii–xix.

Huerta Fernández, S.; Gil Crespo, I. J. 2015. Construyendo la historia de la Construcción. En: *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción,* Segovia 2015. Instituto Juan de Herrera. Vol. I: 41–60.

López Ulloa, F. S. 2015. La Historia de la Construcción o la Construcción de la Historia. En: *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Vol. II: 959–965

Mark, R. (1993) 2002. *Tecnología Arquitectónica hasta la Revolución Científica. Arte y estructura de las grandes construcciones*. Madrid: Akal

Villanueva Domínguez, L. 2005. Las tres edades de la construcción. *Informes de la Construcción* 57(498): 41–45.

Puertas y puertos: La construcción portuaria y urbana de Sevilla y Veracruz en el siglo XVI a partir de sus dibujos

Pilar Moya Olmedo
María Núñez González

En el siglo XVI, la expansión ultramarina de la monarquía hispánica dio lugar a un sistema portuario transatlántico que conectó territorios y economías a ambos lados del Atlántico. En este contexto, los puertos de Sevilla y Veracruz fueron nodos clave del comercio imperial, aunque con desarrollos constructivos muy distintos.

Sevilla, con un puerto fluvial interior, logró consolidar una ciudad portuaria compleja pese a sus limitaciones técnicas, mediante una infraestructura adaptada al río Guadalquivir. Veracruz, en cambio, se configuró como un enclave técnico y defensivo, con construcciones precarias y fragmentarias, condicionadas por un entorno natural hostil.

Este artículo analiza comparativamente la construcción física de ambos puertos en el siglo XVI, atendiendo a sus infraestructuras, materiales y soluciones técnicas. A través de fuentes gráficas e históricas, se examina cómo estas obras reflejan tanto las prioridades como las limitaciones del imperio en la configuración del espacio atlántico.

Estado de la cuestión

Durante las últimas décadas, la historiografía ha profundizado en el estudio de los puertos atlánticos hispánicos, destacando su papel en la expansión ultramarina, pero también su configuración física y constructiva.

En el caso de Veracruz, autores consagrados como Toussaint (1947), Calderón (1949) y Chaunu (1960) ya señalaron su localización precaria y su desarrollo portuario discontinuo. Estudios más recientes, como los de Blázquez (2000) y Segarra (2013), han subrayado la fragilidad de sus primeras infraestructuras, construidas con materiales efímeros y adaptadas a un entorno natural hostil. Además investigaciones como las de Moya (2014), López (2016), Martí, Winfield y Díaz (2020), Martínez y Sanz (2020), Hernández y Ávila (2022) y Martínez (2024), han documentado los intentos de fortificación del enclave Veracruz-San Juan de Ulúa, a través de los proyectos técnicos impulsados por ingenieros militares como Antonelli.

En cuanto a Sevilla, trabajos como los de Pérez-Embid (1968), Pérez-Mallaína (1997), Jiménez (2016), Pacheco (2017, 2020), y Múñez-González (2020) han analizado cómo la ciudad, pese a las limitaciones de su puerto fluvial, desarrolló una infraestructura portuaria funcional basada en astilleros, almacenes, grúas y espacios de carga como el Arenal. Otros estudios, como los de Peral (2018) y Pacheco (2021), han profundizado en la organización técnica del puerto sevillano, incluyendo obras hidráulicas, canalizaciones y mejoras en la navegabilidad del Guadalquivir, que permitieron mantener su operatividad pese a los problemas de calado y sedimentación.

En conjunto, estos trabajos han permitido comprender cómo la construcción portuaria de Sevilla y Veracruz respondió a contextos geográficos, materia-

Pilar Moya-olmedo – Universidad Rey Juan Carlos; María Núñez González – Universidad de Sevilla

les e institucionales muy distintos, y cómo sus infraestructuras evolucionaron de forma desigual a lo largo del siglo XVI.

Marco conceptual: ciudad portuaria y sistema atlántico

El análisis comparado de los puertos de Sevilla y Veracruz exige partir de una noción de ciudad portuaria, entendida como una unidad funcional y espacial donde las infraestructuras marítimas y urbanas se configuran de manera interdependiente. En la Edad Moderna, estas ciudades presentaban una morfología urbana y una lógica constructiva distintas al resto de ciudades.

Como señala Jiménez (2016), estos espacios articulaban el *hinterland* (territorio interior) y el *foreland* (espacio marítimo), mediante infraestructuras que permitían el flujo de mercancías, personas, etc. Su desarrollo dependía de múltiples factores como geográficos, institucionales, económicos, socioculturales y técnicos.

En este este contexto, los puertos podían asumir funciones diferenciadas dentro del sistema. Algunos, como Veracruz, actuaban como *gateways*, puntos de entrada y salida de productos hacia el interior; mientras otros como Sevilla, funcionaban como *entrepôts*, centros de redistribución y organización del comercio (Chaunu 1955; Hernández y Ávila 2022). Estas funciones se materializaban en infraestructuras y construcciones específicas: muelles, almacenes, astilleros, fortificaciones, grúas, diques y edificios administrativos.

La infraestructura portuaria en la Edad Moderna era, en general, limitada, la mayoría de los puertos operaban con muelles rudimentarios, almacenes improvisados y sistemas manuales de carga, lo que contrastaba con su relevancia estratégica (Pérez-Mallaína 1997). Además, como recuerda Pérez-Embid (1968), los puertos eran también espacios de intercambio técnico y constructivo: lugares donde circulaban conocimientos de ingeniería, materiales de construcción, soluciones hidráulicas y modelos arquitectónicos.

Sevilla: construcción portuaria y urbana en un puerto fluvial imperial

La designación de Sevilla como cabecera del comercio con las Indias en 1503 impulsó una transformación urbana y portuaria sin precedentes. Aunque su puerto fluvial presentaba limitaciones técnicas, la ciudad fue favorecida por su condición de puerto de realengo, su tradición marítima y una infraestructura administrativa consolidada (Pérez-Mallaína 1997). A lo largo del siglo XVI, Sevilla desarrolló un sistema portuario complejo, articulado en torno a construcciones funcionales que respondían a las exigencias del tráfico atlántico (figura 1).

Figura 1. El puerto de Sevilla según Samuel de Champlain (Champlain S.F.)

Infraestructura portuaria: entre la precariedad y la funcionalidad

El puerto se extendía entre la Torre del Oro y el puente de barcas de Triana, en el área conocida como el "Compás de las Naos". A pesar de su papel estratégico, la infraestructura era modesta; sin muelles permanentes, las operaciones de carga y descarga se realizaban en varaderos fangosos o mediante barcazas (Pacheco Morales-Padrón 2021). La única grúa, "el ingenio", funcionaba con tracción humana y resultaba insuficiente para el volumen de mercancías (Pérez-Mallaína 1997). Las Reales Atarazanas, construidas en el siglo XIII, funcionaban como astilleros, almacenes y aduana. El Arenal, espacio abierto junto al río, albergaba mercados, almacenes improvisados y barrios de trabajadores portuarios (Pérez-Embid 1968) (figura 2).

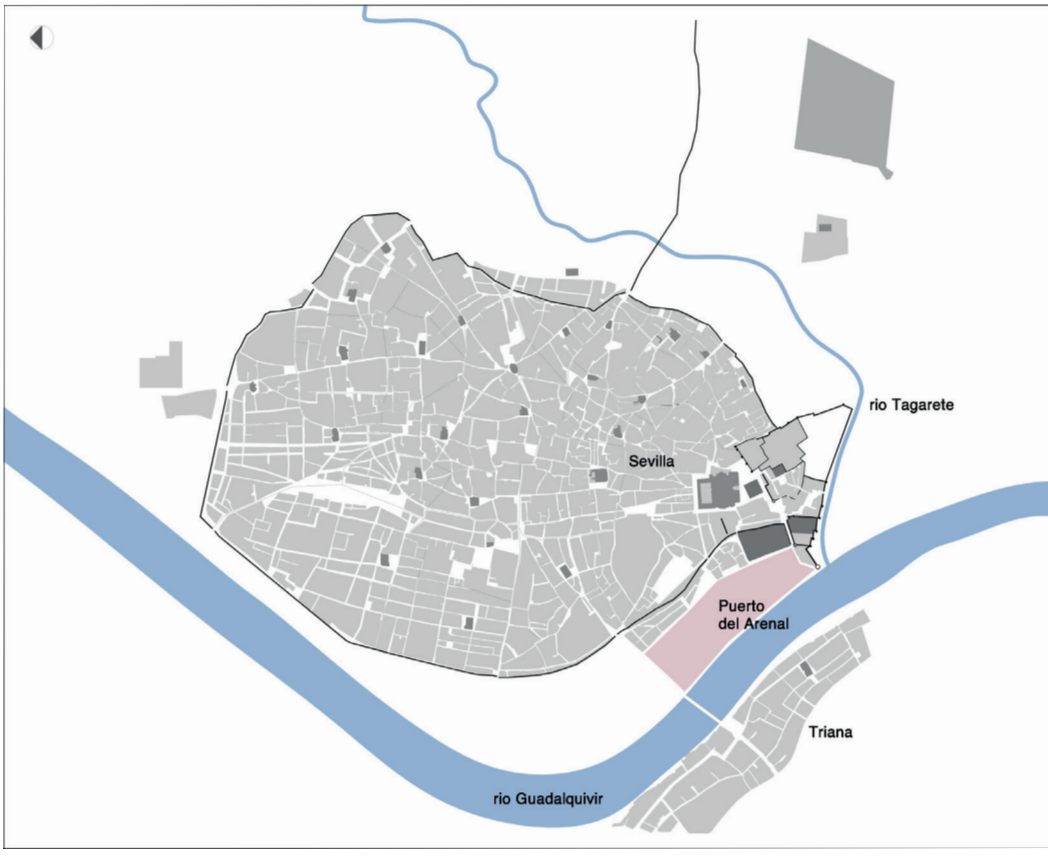


Figura 2. Planta de la iglesia La Compañía de Pisco. (Hurtado-Valdez 2004)

Limitaciones naturales y técnicas

El Guadalquivir, aunque navegable, presentaba obstáculos como la barra de Sanlúcar, bancos de arena, meandros y sedimentación constante. El trayecto hasta Sanlúcar (unos 90 km) podía tardar días, y muchas embarcaciones debían alijarse o ser remolcadas (Pérez-Mallaína 1997). El río acumulaba naufragios y cascos hundidos, lo que dificultaba aún más la navegación (Pacheco Morales-Padrón 2021).

Frente a estas dificultades, se desarrollaron intervenciones técnicas relevantes. Ingenieros como Cristóbal de Rojas, Tiburcio Spannocchi, Juan de Oviedo y Leonardo Turriano participaron en obras de canalización, defensa fluvial, reparación del puente de barcas y estudios hidráulicos para mejorar la navegabilidad y mitigar los efectos de las crecidas. Estas acciones reflejan una respuesta técnica sostenida a los desafíos del medio.

Organización urbana, funciones estatales y organización portuaria

La ciudad creció en torno al puerto, generando una morfología urbana adaptada al comercio transatlántico. La Casa de la Contratación (fundada en 1503) centralizaba funciones fiscales, administrativas y formativas. A su alrededor se concentraban consulados, almacenes y casas de mercaderes, conformando un tejido urbano especializado (Jiménez 2016). Las Gradas, centro neurálgico del comercio, conectaban con el puerto a través de la Puerta del Arenal. Este eje, que incluía la Catedral, la Lonja y las Atarazanas,

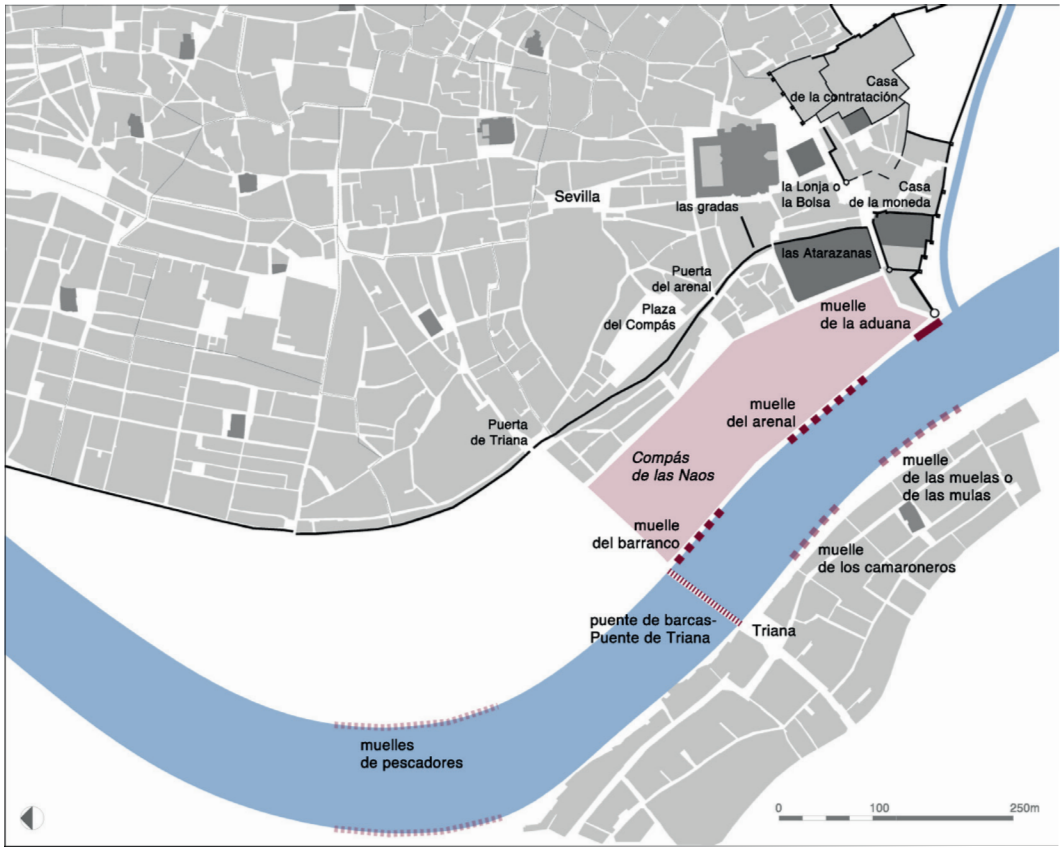


Figura 3. El Puerto del Arenal. Fuente: Los autores, basado en Núñez González (2021)

formaba lo que Núñez-González (2020) denomina el "emporio comercial portuario de Sevilla".

El puerto no era una infraestructura única, sino un sistema distribuido a lo largo de ambas orillas del Guadalquivir. En la orilla de Sevilla (este), el Arenal —también llamado Compás de las Naos o de La Laguna— era el núcleo vital del puerto. Allí se realizaban operaciones de carga y descarga, y se concentraban actividades comerciales y administrativas. El Muelle de la Aduana, inicialmente construido para descargar piedra para la Catedral, era la única infraestructura. En la orilla de Triana (oeste), existían espacios portuarios complementarios como el de Camaroneros (reparación de naves) y el de las Muelas. Las embarcaciones se amarraban a estacadas de madera ya que no existían estructuras permanentes (figura 3).

Este sistema portuario, abierto y flexible, cumplía funciones específicas: construcción y reparación naval, carga de productos y redistribución comercial. Con el aumento del tonelaje y los problemas de calado, surgieron antepuertos que actuaban como estaciones auxiliares. Esta distribución fragmentada pero funcional convirtió a Sevilla en un modelo singular de puerto marítimo de interior.

La construcción del puerto

A pesar de la ausencia de grandes muelles, la construcción portuaria sevillana se apoyó en materiales relativamente duraderos como la piedra, el ladrillo y la madera, empleados en edificaciones clave como las Reales Atarazanas, la Casa de la Contratación y

Figura 4. El puerto de Sevilla en 1567. Wyngaerde, A. van den. Vista de Triana (detalle) [Dibujo]. 1567. Österreichische Nationalbibliothek, Vienna, Austria.

Figura 5. El puerto de Sevilla en 1585 visto desde Triana. Brambilla, A. Vista de Sevilla (detalle) [Grabado]. 1585. Biblioteca Nacional de España, Madrid, España.

los almacenes fiscales. Algunas de estas estructuras, aunque no fueron concebidas para el tráfico atlántico, fueron adaptadas funcionalmente al nuevo contexto comercial. En contraste con la precariedad de otros enclaves portuarios, Sevilla contó con una base edilicia sólida que permitió una continuidad operativa y administrativa a lo largo del siglo XVI y XVII (Pérez-Mallaína 1997, Pacheco 2021).

Representaciones gráficas

Las vistas panorámicas de Sevilla realizadas por van den Wyngaerde y Brambilla muestran una ciudad vibrante, con el puerto integrado en su paisaje urbano (Moya-Olmedo y Núñez-González 2025). Elementos como la Torre del Oro, el puente de barcas, las Atarazanas y el bullicio del Arenal reflejan tanto la actividad comercial como la importancia del puerto de la ciudad. Aunque idealizadas, estas representaciones permiten comprender cómo el puerto era percibido como el centro funcional y simbólico de Sevilla (figura 4 y 5).

Veracruz: enclave técnico y defensivo en el litoral novohispano

A diferencia de Sevilla, cuyo puerto impulsó una ciudad portuaria integrada y multifuncional, Veracruz se consolidó como un enclave técnico y defensivo, con un desarrollo urbano limitado y condicionado por factores naturales extremos. Su papel como punto de entrada a Nueva España fue clave, pero su evolución

constructiva estuvo marcada por la precariedad, la estacionalidad y una lógica reactiva frente a amenazas externas y desastres naturales.

Condiciones naturales y emplazamiento

La costa del Golfo de México ofrecía condiciones especialmente adversas para la edificación: terrenos pantanosos, escasez de agua dulce, vientos del norte, huracanes y enfermedades tropicales (Martí, Winfield y Díaz 2020). Estas limitaciones geográficas condicionaron profundamente las posibilidades constructivas. Veracruz fue fundada en un punto sin protección natural, más por necesidad estratégica que por idoneidad del terreno, y la ciudad fue trasladada varias veces entre 1519 y 1600 hasta establecerse frente a la fortaleza de San Juan de Ulúa (Segarra 2013).

Las primeras construcciones portuarias fueron extremadamente frágiles. Hasta finales del siglo XVI, Veracruz y San Juan de Ulúa funcionaron como instalaciones separadas, sin muelles formales ni defensas permanentes. Las operaciones de carga y descarga se realizaban en condiciones precarias, lo que provocaba pérdidas frecuentes y retrasos (Martínez y Sanz 2020; Hernández y Ávila Hernández 2022). El huracán de 1552 destruyó buena parte de las construcciones, lo que motivó los primeros proyectos de fortificación duradera (figura 6).

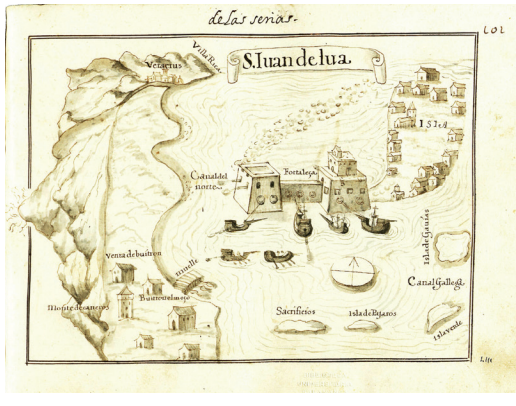


Figura 6. La Antigua Veracruz, su puerto y la Fortaleza de Ulúa en 1592 (Vellereino de Villalobos 1592).

Infraestructura portuaria y defensiva

Desde su fundación como Villa Rica de la Veracruz en 1519, el enclave evolucionó desde una instalación castrense improvisada —con empalizadas, zanjas y barbacanas— hacia una infraestructura militar más compleja. El punto de inflexión fue la fortificación de San Juan de Ulúa, construida sobre un arrecife frente a la costa. Esta fortaleza pasó de ser una estructura básica a una obra militar con murallas, baluartes, torres y casas-fuerte, diseñada para proteger el fondeadero, los almacenes y los navíos.

San Juan de Ulúa articulaba el sistema portuario; contaba con almacenes y edificios administrativos sobre pilotes, y a partir de 1570 se inició la construcción de una muralla. En 1590, el ingeniero Bautista Antonelli propuso una fortaleza con cuatro baluartes, cortinas terraplenadas, plaza central, iglesia, casamatas, cisternas, puertas fortificadas y muelles protegidos. Su diseño respondía a una lógica de defensa y logística portuaria (figura 7).

Antonelli también propuso trasladar la ciudad al sitio de Ventas de Buitrón, más cercano al puerto. Aunque el proyecto no se ejecutó en su totalidad, fue parcialmente retomado por los ingenieros posteriores ya en el siglo XVII. A partir de ese momento, el puerto dejó de ser una simple zona de fondeo para convertirse en un sistema defensivo-portuario articulado, donde cada componente —ciudad, fortaleza, muelles y almacenes— respondía a una lógica de control territorial y protección marítima (figura 8).

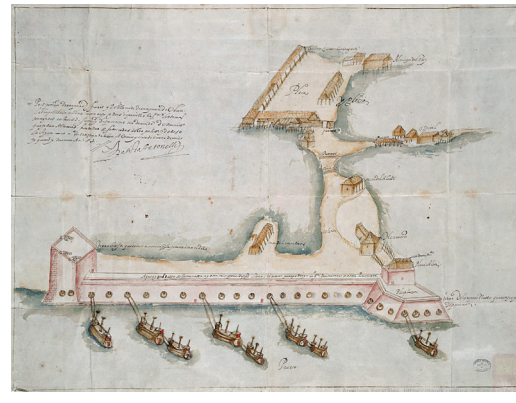


Figura 7. Dibujo con la propuesta para el Puerto y la Fortificación de San Juan de Ulúa. Antonelli, B. (1590). [Dibujo]. Archivo General de Indias, Sevilla, España

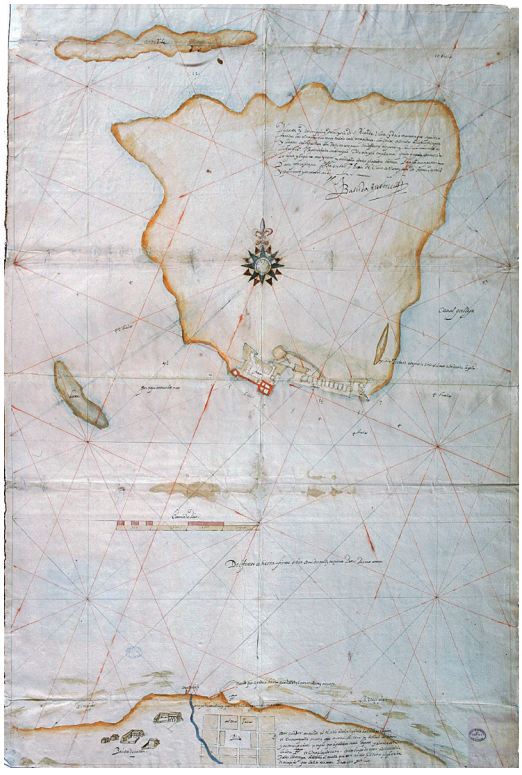


Figura 8. Plano con la propuesta del cambio de ubicación de Veracruz y del desarrollo de la Fortificación de San Juan de Ulúa. Antonelli, B. (1590). [Dibujo]. Archivo General de Indias, Sevilla, España

Relación entre puerto y ciudad

A diferencia de Sevilla, donde el puerto y la ciudad formaban un sistema integrado, en Veracruz existió una clara disociación funcional. La ciudad era estacional: su población se triplicaba durante la llegada de las flotas, pero el resto del año permanecía semivacía (Chaunu 1960). Las principales casas comerciales estaban en México y Sevilla, lo que limitaba la función administrativa y financiera local.

La ciudad fue reubicada varias veces por razones defensivas y logísticas, desde el río de la Antigua hasta su asentamiento definitivo frente a Ulúa. El trazado urbano de la "Nueva Veracruz", fundado en 1600, fue limitado: calles arenosas, edificios de madera y murallas que tardaron décadas en completarse (Segarra 2013) (figura 9).

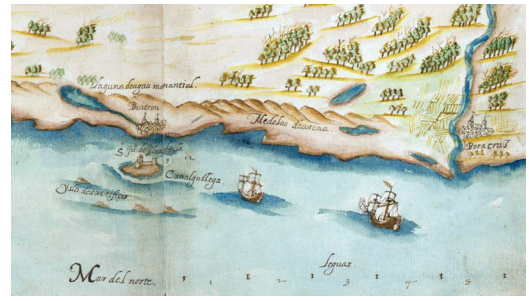


Figura 9. La Antigua Veracruz, la Nueva Veracruz —Buitrón—, el puerto y la Fortaleza de Ulúa (Antonelli 1608)

La construcción del puerto

La construcción portuaria en Veracruz durante el siglo XVI estuvo profundamente condicionada por la escasez de recursos naturales y las condiciones ambientales adversas del litoral del Golfo de México. A diferencia de Sevilla, donde se emplearon materiales duraderos como piedra y ladrillo, en Veracruz predominó el uso de materiales ligeros y perecederos, adaptados a un entorno inestable y húmedo.

Las primeras edificaciones del puerto —incluyendo almacenes, viviendas y estructuras defensivas— se levantaron con madera, palma, adobe y tapia, muchas veces sobre palafitos o reutilizando elementos de embarcaciones desmanteladas. Esta arquitectura provisional respondía a la urgencia de establecer un enclave funcional más que a una planificación urbana duradera (Martínez y Sanz 2020).

La falta de piedra en la región limitó la posibilidad de construir muelles o edificios permanentes. Solo a partir del huracán de 1552, que destruyó buena parte de las instalaciones, se impulsaron proyectos constructivos más sólidos. En la fortaleza de San Juan de Ulúa, iniciada en 1570, se introdujo el uso de coral pétreo o *múcara*, un material local resistente que permitió levantar murallas, baluartes y almacenes sobre el arrecife (Martínez 2024).

Representaciones gráficas

Las descripciones de viajeros europeos coinciden en presentar a Veracruz como una ciudad insalubre, mal construida y carente de atractivo visual. A pesar de su importancia comercial, no proyectaba una imagen de

Figura 10. Veracruz y su puerto en 1632 (Cardona 1632)

poder ni de centralidad simbólica. Las representaciones gráficas realizadas por ingenieros militares se centraban en la defensa y la logística, no en la integración urbana ni en la estética (Martínez y Sanz 2020).

Estas imágenes contrastan con las vistas idealizadas de Sevilla y refuerzan la idea de que Veracruz fue concebida como un dispositivo técnico y defensivo, más que como una ciudad portuaria en sentido pleno. Su función era garantizar el tránsito de mercancías y proteger el fondeadero, no articular un espacio urbano complejo (figura 10).

Comparación crítica: forma, función y representación

La comparación entre Sevilla y Veracruz revela dos modelos constructivos profundamente distintos dentro del sistema portuario atlántico del siglo XVI. Ambos fueron nodos esenciales del comercio transoceánico, pero sus respuestas técnicas al entorno, sus materiales, sus infraestructuras y su articulación urbana siguieron trayectorias divergentes, determinadas por factores geográficos, institucionales y estratégicos.

Construcción portuaria y urbana: lógicas técnicas, geográficas e institucionales

Desde el punto de vista constructivo, Sevilla y Veracruz operaron bajo premisas opuestas. Sevilla, con una base urbana consolidada desde época romana y una integración plena en el aparato administrativo castellano, expandió sus funciones portuarias sobre una infraestructura preexistente. En cambio, Veracruz surgió como una solución técnica a las necesidades del tráfico ultramarino en un entorno geográficamente hostil, con un desarrollo lento y fragmentario marcado por la vulnerabilidad física.

Mientras Sevilla evolucionó hacia una ciudad portuaria integrada, Veracruz fue fundada con fines funcionales y defensivos, sin vocación urbana inicial. La construcción sevillana se benefició de su conexión fluvial con el Guadalquivir, pese a sus dificultades de navegación. Veracruz, por su parte, enfrentó condiciones extremas que condicionaron severamente sus posibilidades constructivas.

Materiales y técnicas constructivas

Las diferencias en los materiales utilizados reflejan las condiciones locales y las prioridades imperiales. En Sevilla, aunque no se construyeron grandes muelles de piedra, el puerto se apoyó en edificaciones sólidas de piedra, ladrillo y madera, como las Reales Atarazanas, la Casa de la Contratación y los almacenes fiscales.

En Veracruz, la construcción inicial fue precaria con materiales adaptados al entorno pero de escasa durabilidad. La falta de piedra y agua potable impedía levantar estructuras permanentes. Solo a partir de 1570 se impulsaron obras más ambiciosas, como la fortaleza de San Juan de Ulúa.

Infraestructura portuaria: entre lo fiscal y lo defensivo

Ambos puertos carecían de infraestructura monumental moderna, pero sus lógicas constructivas fueron distintas. Sevilla articuló su actividad logística en torno al Guadalquivir en el Compás de las Naos. La infraestructura institucional —Casa de la Contratación, tribunales marítimos, redes mercantiles— compensaba las carencias técnicas.

Veracruz, en cambio, no contó con infraestructura portuaria formal hasta finales del siglo XVI. Las flotas fondeaban frente a San Juan de Ulúa, operando desde la isla sin muelles ni defensas adecuadas. Los proyectos de Antonelli propusieron una transformación integral: muros de contención, baluartes, alma-

cenes y trazado urbano. Sin embargo, su ejecución fue parcial y la consolidación del sistema defensivo se extendió hasta el siglo XVIII, en una lógica reactiva frente a emergencias militares o climáticas.

Desde el siglo XVII, los ingenieros militares se convirtieron en los principales agentes técnicos del Imperio en América. En Veracruz, su labor abarcó fortificaciones, obras hidráulicas, caminos, puentes y trazados urbanos. Mientras Sevilla mantuvo una construcción portuaria civil y administrativa, Veracruz se convirtió en un laboratorio técnico de arquitectura militar.

Forma urbana y articulación puerto-ciudad

La articulación entre puerto y ciudad también fue radicalmente distinta. Sevilla representa un modelo de integración funcional: el barrio del Arenal, los mercados, consulados y almacenes fiscales estaban estrechamente vinculados al puerto. La morfología urbana reflejaba la actividad marítima y sus representaciones gráficas mostraban una forma urbana que integraba un puerto.

Veracruz, por el contrario, fue durante mucho tiempo un apéndice del puerto, sin capacidad de desarrollo urbano autónomo. Su existencia dependía del calendario de las flotas y de las necesidades defensivas. Aunque en 1600 se diseñó la "Nueva Veracruz" con trazado en damero, plaza mayor e iglesia, la ciudad carecía de permanencia. Sus construcciones eran frágiles y funcionales, y las representaciones gráficas se centraban en la ingeniería militar y la defensa, más que en la forma urbana.

Conclusiones

La comparación entre Sevilla y Veracruz en el siglo XVI, desde la perspectiva de su construcción portuaria y urbana, permite comprender cómo el imperio se materializó de forma desigual en los espacios atlánticos. Ambos puertos fueron esenciales para el funcionamiento del sistema comercial hispánico, pero sus trayectorias constructivas reflejan diferencias profundas en cuanto a planificación, materiales, infraestructura y articulación urbana.

Sevilla encarnó el modelo de ciudad portuaria integrada, donde el puerto no solo impulsó el crecimiento físico de la ciudad, sino que estructuró su morfología, su economía y su simbolismo. A pesar de limitaciones técnicas como la falta de muelles de piedra o la difícil navegabilidad del Guadalquivir, la ciudad desarrolló una infraestructura funcional basada en astilleros, almacenes y edificios administrativos. Esta red edilicia, construida con piedra, ladrillo y madera, permitió una continuidad operativa y una integración urbana que consolidaron a Sevilla como cerebro del sistema atlántico.

Veracruz, en cambio, fue un enclave técnico y defensivo, marcado por la precariedad material, la estacionalidad demográfica y la vulnerabilidad ambiental. Su desarrollo urbano fue tardío y fragmentario, condicionado por la necesidad de responder a amenazas externas y fenómenos naturales. Las construcciones iniciales, hechas de palma, madera y adobe, reflejan una arquitectura de emergencia. Solo con la fortificación de San Juan de Ulúa se introdujeron materiales más resistentes como el coral pétreo, en un esfuerzo por consolidar una infraestructura defensiva más estable. Las representaciones gráficas de ambos puertos refuerzan estas diferencias.

En suma, Sevilla y Veracruz fueron dos caras de un mismo sistema: la primera, símbolo del poder metropolitano y modelo de integración puerto-ciudad; la segunda, bastión logístico y defensivo en el continente americano. Su comparación permite repensar el papel de la construcción —material, técnica e institucional— en la configuración del espacio atlántico y en la producción de jerarquías dentro del imperio.

Lista de referencias

Antonelli, Bautista. 1608. *Cartas ynstruciones y cedulas de su magestad i fortificaciones echas porel in genero Bautista Antoneli*. S.L.

Blázquez Domínguez, Carmen. 2000. Comerciantes y desarrollo urbano: la ciudad y puerto de Veracruz en la segunda mitad del siglo XVIII. *Tiempos de América: revista de historia, cultura y territorio, 5*: 21-36.

Calderón Quijano, José Antonio. 1949. Ingenieros militares en Nueva España. *Anuario de Estudios Americanos, 6*: 1-72. http://hdl.handle.net/10261/88972

Cardona, Nicolás de. 1632. *Descripciones geográphicas e hydrográphicas de muchas tierras y mares del Norte y Sur en las Indias…* S.L.

Champlain, Samuel de. S.F. *Brief discours des choses plus remarquables que Samuel Champlain de Brouage á reconneues aux Indes occidentales*. S.L.

Chaunu, Pierre. 1960. Veracruz en la segunda mitad del siglo XVI y primera del XVII. *Historia Mexicana, 9*(4): 521-557.

Jiménez Montes, Germán. 2016. Sevilla, puerto y puerta de europa: La actividad de una compañía comercial flamenca en la segunda mitad del siglo XVI. *Studia historica. Historia moderna, 38*: 353-386. https://doi.org/10.14201/shhmo2016382353386

Hernández Aranda, J., Ávila Hernández, R. J. (2022). Bautista Antonelli y sus proyectos para la transformación del puerto de San Juan de Ulúa en 1590. *Ollín, 15*: 65-70.

López Romero, Paul César. 2016. El huracán que pasó por la ciudad de Veracruz y el puerto de San Juan de Ulúa, Nueva España 1552. La construcción de un "desastre" en la época virreinal. *Teoría y Praxis, 29*: 75-88.

Martí Capitanachi, Daniel Rolando; Fernando Noel Winfield Reyes y Nairobi Soledad Díaz Ordaz Montañez. 2020. Segmentos para una historia del urbanismo virreinal en el estado de Veracruz. *Labor & Engenho, 14*: 1-19. https://doi.org/10.20396/labore.v14i0.8663519

Martínez Aguilar, Gladys. 2024. La Fortaleza de San Juan de Ulúa y la evolución del uso del coral como material constructivo. En *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, editado por E. Prieto Vicioso, V. Flores Sasso y S. Huerta, 71-100. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Martínez Aguilar, Gladys y Sara Elizabeth Sanz Molina. 2020. Por la defensa de un territorio: la proyección técnica de los ingenieros militares desde el fuerte de San Juan de Ulúa. *Ulúa, 36*: 71-100.

Moya Olmedo, Pilar. 2014. Algunos dibujos de la primera arquitectura de Nueva España: mapas, planos y proyectos de arquitectura del siglo XVI. *P+C, proyecto y ciudad. Revista de temas de arquitectura, 5*: 75-88.

Moya-Olmedo, Pilar y María Núñez-González. 2025. Triana: Unveiling Urban Identity and Dwelling Architecture in the Modern Era. *Heritage, 8*, 182. https://doi.org/10.3390/heritage8050182

Nuñez-Gonzalez, María. 2020. Las áreas de mercado y negocios en la Sevilla del siglo XVI: análisis urbano y arquitectónico de las Gradas y las alcaicerías de Santa María la Mayor. *Arte y Ciudad: Revista de Investigación, 17*: 7-36. https://doi.org/10.22530/ayc.2020.17.563

Nuñez-Gonzalez, María. 2021. Arquitectura, dibujo y léxico de alarifes en la Sevilla del siglo XVI: casas, corrales, mesones y tiendas. Sevilla: Universidad de Sevilla; Fundación Focus.

Pacheco Morales-Padrón, Marcos. 2017. *El puerto de los Austrias: las carencias portuarias de la Sevilla americana (1503-1717)*. En XXII Coloquio de Historia Canario-Americana las ciudades del mundo Atlántico. Pasado, presente y futuro, coordinado por E. Acosta Guerrero. Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

Pacheco Morales-Padrón, Marcos. 2020. *La Sevilla americana y su mundo inmediato: notas para un puerto fluvial oceánico (siglos XVI-XVIII)*. En XXIII Coloquio de Historia Canario-Americana, coordinado por E. Acosta Guerrero. Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria.

Pacheco Morales-Padrón, Marcos. 2021. La organización portuaria del Golfo de Cádiz en los siglos XVI y XVII: el Arenal de Sevilla y sus antepuertos. *Chronica Nova, 47*: 403-434. http://doi.org/10.30827/cnova.v0i47.7672

Peral López, José. 2018. Informes, proyectos y reconocimientos. Los ingenieros y arquitectos del agua entre la descripción y la transformación del Guadalquivir (XV-XIX). *Bajo Guadalquivir y Mundos Atlánticos, 1*: 255-280.

Pérez-Embid, Florentino. 1968. Navegación y comercio en el puerto de Sevilla en la Baja Edad Media. *Anuario de Estudios Americanos, 25*: 43-93.

Pérez-Mallaína Bueno, Pedro Emilio. 1997. Auge y decadencia del puerto de Sevilla como cabecera de las rutas indianas. *Caravelle, 69*: 15-39.

Segarra Lagunes, María Margarita. 2013. Veracruz en las descripciones de los viajeros europeos y mexicanos (siglo XVI al XX). *Villes en parallèle, 47-48*: 152-178. https://doi.org/10.3406/vilpa.2013.1636

Toussaint, Manuel. 1947. Ensayo sobre los planos de la ciudad de Veracruz. *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas, 4*(15): 19-43. https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.1947.15.439

Vellereino de Villalobos, Baltasar. 1592. *Luz de navegantes donde se hallarán las derrotas y señas de las partes marítimas de las Indias, Islas y Tierra firme del Mar océano*. S.L. http://hdl.handle.net/10366/129725

Construcción y saberes compartidos: materiales y técnicas en la arquitectura conventual del siglo XVI en Puebla, México

Pedro A. Muñoz Sánchez

La arquitectura conventual del siglo XVI en la Nueva España constituye uno de los testimonios más elocuentes del encuentro entre tradiciones constructivas diversas y de la formación de un nuevo paisaje cultural en el territorio americano. Desde el ámbito de la historia de la construcción, los conventos mendicantes se erigieron como espacios de experimentación técnica, donde se articularon saberes constructivos procedentes de mundos distintos: el europeo, sustentado en los tratados renacentistas y en la tradición de la cantería gótica, y el indígena, anclado en una larga tradición mesoamericana de trabajo con la tierra y la piedra. El resultado de esta confluencia fue una arquitectura en la que se integraron materiales, técnicas y formas que aún conservan rastros visibles de sus múltiples orígenes.

El estudio de estas edificaciones ha cobrado relevancia entre los historiadores de la construcción, pues su materialidad revela los procesos de transmisión, adaptación y apropiación del conocimiento técnico durante el primer siglo del dominio colonial. En este contexto, el presente trabajo centra su atención en las construcciones conventuales del occidente del actual estado de Puebla —los conjuntos de Huaquechula, Tochimilco, Atlixco, Cholula y Huejotzingo— para analizar el papel que desempeñaron la piedra tallada y el ladrillo como materiales estructurales.

El objetivo es reconocer cómo el uso de estos materiales refleja la interacción entre especialistas indígenas[1] y maestros españoles, y de qué manera dicha colaboración dio origen a soluciones constructivas originales que fusionan técnicas de diversa procedencia. Para ello se examinarán dos ejemplos específicos: las técnicas de construcción de los muros de las iglesias conventuales en los cinco conventos mencionados y la incorporación de elementos cerámicos —ladrillos, molduras y piezas decorativas—, ejemplificada en la capilla posa del convento de Huaquechula.

De este modo, la investigación propone una lectura material e histórica de la arquitectura conventual novohispana, entendida no sólo como producto de la imposición colonial, sino como resultado de un proceso de diálogo y negociación entre saberes constructivos. A través del análisis detallado de sus materiales, se propone comprender cómo la arquitectura se convirtió en un medio privilegiado para la articulación cultural y tecnológica del siglo XVI novohispano.

Antecedentes del uso de piedra y ladrillo en la arquitectura mesoamericana

El material más utilizado en la arquitectura mesoamericana es la tierra. Annick Daneels comenta que la arquitectura de tierra es el prototipo de Mesoamérica (2020, 30). La piedra y en mucho menor medida el ladrillo fueron integrados en sistemas estructurales en los que, de diversas maneras, complementaban las estructuras construidas principalmente de tierra.

Pedro A. Muñoz Sánchez – Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM

Ambos materiales eran conocidos en Mesoamérica. Los diferentes tipos de piedra eran materiales esenciales para la construcción. La más utilizada era la piedra caliza, susceptible de ser trabajada con las herramientas de piedra disponibles en Mesoamérica. Otro tipo de piedra común eran las piedras de origen volcánico, como el tezontle y el basalto (ampliamente disponibles en el centro de México). Lo más común era que la piedra se tallara de forma burda al ser empleada como componente de elementos estructurales, para después cubrirse ya fuera por una capa de estuco o un revestimiento de piedra más finamente tallada, que podía incluir escultura arquitectónica. Incluso cuando los edificios estuvieran construidos en su mayor parte con sistemas estructurales a base de tierra, era común que fueran revestidos de piedra para darles una apariencia más sólida y una mayor durabilidad (Amparo et al 2020, 69).

El ladrillo, por otro lado, era conocido en Mesoamérica, pero su uso no era generalizado. Un caso que destaca por su excepcionalidad es la ciudad maya de Comalcalco, en el actual estado de Tabasco. En ella el ladrillo de barro cocido se utilizó extensamente para la construcción de la mayoría de las estructuras arquitectónicas (Armijo y Gallegos 2021, 259). No obstante, el sitio fue abandonado a finales del periodo clásico mesoamericano, alrededor del año 900 EC, por lo que no puede considerarse un antecedente directo ni por su localización geográfica ni por su continuidad histórica. De mayor afinidad podrían ser las propuestas de Eduardo Noguera, quien encontró vestigios del uso de ladrillos en sitios del posclásico, como Tizatlán o la propia Cholula, ya en el valle de Puebla-Tlaxcala (1928, 64-66). No obstante, la validez de estas observaciones es disputada y, en todo caso, no muestran una generalización en el uso de este material.

Muros de tres capas en la arquitectura conventual

Las primeras edificaciones conventuales se realizaron con materiales perecederos, pues desde su origen se concebían como construcciones provisionales destinadas a ser sustituidas, en años posteriores, por otras más duraderas.[2] Fue hacia la segunda mitad del siglo XVI cuando comenzaron a levantarse las construcciones que han llegado hasta nuestros días. El material dominante en este periodo fue la piedra. Según Kubler (2012, 420) los muros de mampostería con piedra sin labrar constituyeron la técnica constructiva más empleada hasta la década de 1570. Posteriormente, la difusión de los conocimientos en estereotomía y el elevado costo de la argamasa de cal llevaron a los constructores a preferir el uso de sillares de piedra tallada.

En este contexto se inscriben los casos que se analizarán a continuación: el momento en que dicha transición comenzaba a consolidarse. Aunque los conventos de la vertiente oriental de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, en el actual estado de Puebla, tuvieron etapas constructivas previas, la mayor parte de las obras que persisten en la actualidad comenzaron a construirse en la segunda mitad del siglo XVI. Si bien sus orígenes datan de la década de 1520, las construcciones definitivas se llevaron a cabo probablemente entre las décadas de 1560 y 1580. Muestran, como observó Kubler, un desplazamiento hacia el uso de sillarejos más cuidadosamente tallados, aunque aún se utilizaba una buena cantidad de argamasa para asentarlos. A la coincidencia temporal y geográfica se suma una notable semejanza en cuanto a su programa arquitectónico, pues todos los conventos estudiados tienen los mismos componentes arquitectónicos. En la figura 1 se presenta un diagrama del complejo conventual de Huaquechula, donde pueden apreciarse estos elementos comunes. Sin embargo, las semejanzas no se limitan al programa; también se observa una marcada afinidad formal, especialmente en la solución arquitectónica de las iglesias conventuales.

En los templos conventuales de Huaquechula, Tochimilco, Atlixco, Cholula y Huejotzingo se empleó un mismo esquema: se conforman de una sola nave cubierta por cuatro bóvedas de crucería que dividen el espacio en igual número de tramos. La única diferencia significativa radica en la manifestación formal del presbiterio. En Huaquechula, Cholula y Huejotzingo, éste presenta una planta poligonal, mientras que en Tochimilco y Atlixco es cuadrado y de menor ancho que el resto de la nave. Las bóvedas descansan sobre altos muros de mampostería reforzados desde el exterior mediante contrafuertes, colocados en los puntos donde las nervaduras transmiten las cargas a los muros. Dado que las bóvedas fueron construidas con medidas similares, los contrafuertes se disponen

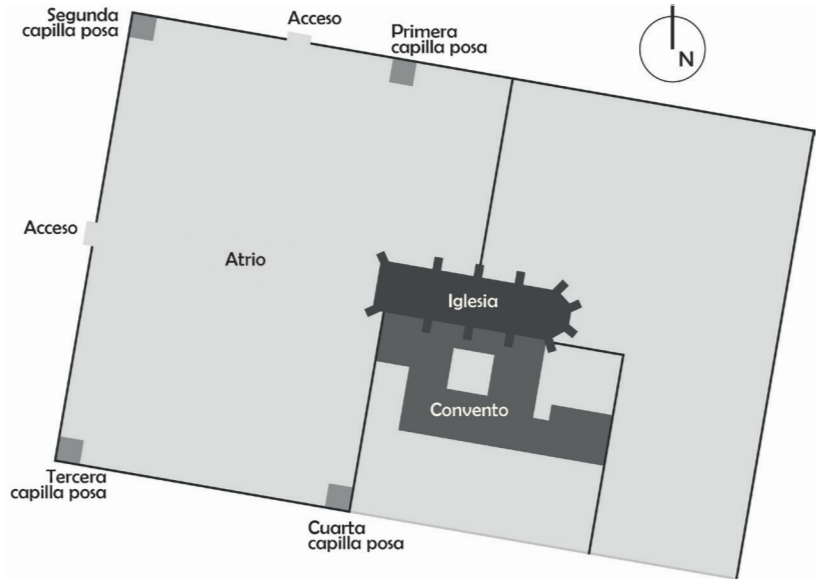


Figura 1. Plano de una porción de terreno comprehendio entre la Plaza de Veracruz y el Río de Jamapa. 1790, Miguel del Corral. agi, Signatura, MP-MÉXICO, 421

en intervalos regulares, lo que genera desde el exterior una sensación de ritmo y armonía. Salvo la fachada principal, los muros carecen de ornamentación.

Los muros de soporte constituyen un aspecto fundamental para la primera parte de esta disertación. Para hacer un uso eficiente de los materiales pétreos era necesario un conocimiento profundo de sus propiedades: su resistencia a la compresión, las mejores técnicas de extracción y la forma en que requerían ser trabajados. Una muestra de que existían conocimientos compartidos en la construcción de muros es la regularidad del sistema de proporciones empleado en estos elementos de soporte. Según Natalia García (2012, 110), el ancho libre de la nave de la iglesia de Cholula es de 12 m, mientras que el espesor de sus muros es de 1.73m, lo que resulta en una proporción entre vano y macizo —considerando ambos muros laterales— de 1:3.47. En Huejotzingo la nave mide 13.06 m de ancho, con muros de 2.00 m de espesor, dando una proporción de 1:3.27; en Huaquechula la nave mide 11.40 m con muros de 1.60m, con una relación de 1:3.56; mientras que en Tochimilco el ancho de la nave es de 11.90 m con muros de 1.90m, lo que depara una proporción de 1:3.15. Se observa, por tanto, una notable uniformidad entre las dimensiones de los muros y los claros de las naves.

Por otro lado, los materiales utilizados varían según el sitio. Se utilizaron diferentes tipos de rocas volcánicas (figura 2); que van desde el tezontle negro y rojo empleado en Atlixco y Cholula, hasta la pumicita que se utilizó en Huaquechula (González Leyva 2019, 72). Esta diversidad de materiales contrasta con la uniformidad en cuanto a las proporciones de los elementos constructivos. Ello sugiere que la disponibilidad local de los materiales fue el principal factor que determinó su uso, pues la estabilidad de las estructuras dependía más de la morfología y la composición interna de los muros que de la resistencia mecánica de la piedra. Los constructores comprendían que este sistema estructural dependía más de la forma —particularmente en el espesor de los muros y el tamaño de los contrafuertes— que de la resistencia a la compresión de los materiales para garantizar la estabilidad.

En todos los casos se utilizaron muros de tres capas: dos caras exteriores conformadas por aparejos

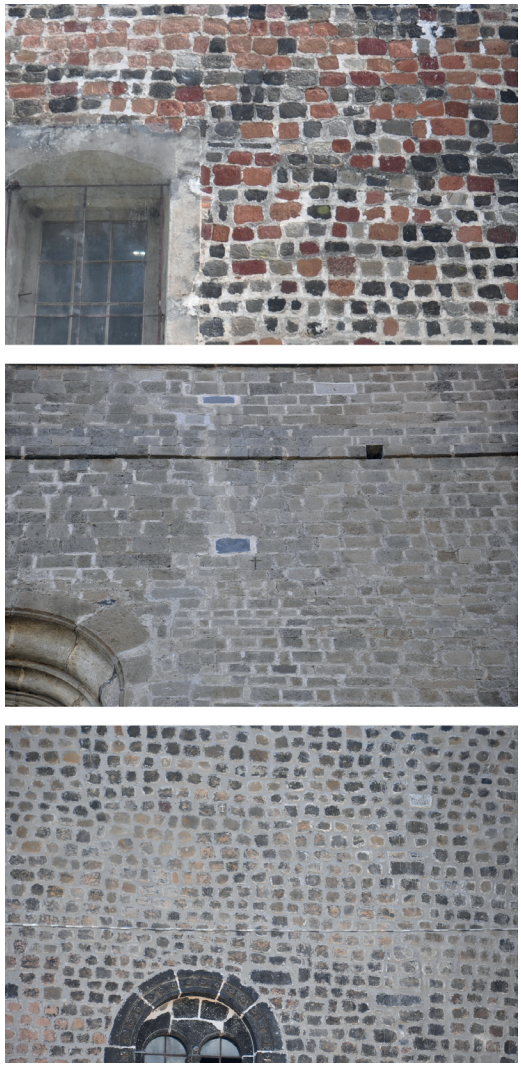


Figura 2. Detalle de aparejos de mampostería de las iglesias conventuales de Atlixco (arriba) , Huejotzingo (centro) y Tochimilco (abajo). (Fotografías del autor)

de piedra y un núcleo interior compuesto de tierra compactada y escombro. En la figura 3 se observan los restos de un muro de este tipo en el convento de Totimehuacan, cercano a la ciudad de Puebla. Puede apreciarse cómo la mampostería ofrecía protección y aislamiento al núcleo interior. Naturalmente, esta disposición sólo es visible en edificaciones en ruina; por ello, sólo puede suponerse de manera inductiva que

Figura 3. Restos de muro en el convento de Totimehuacan. (Fotografía del autor)

los ejemplos analizados comparten una estructura semejante. De ser así, los muros estarían conformados, como se aprecia en la figura 4, por una capa al exterior de la nave de piedra a manera de chapa, un núcleo de tierra compactada y escombro, y una capa también de piedra mirando al interior de la nave, la cual recibió, en todos los casos, un aplanado a base de mortero de cal.

La elección de materiales y la configuración de este tipo de muros han demostrado ser adecuadas, considerando que estas edificaciones han resistido durante siglos en una zona frecuentemente afectada por los sismos. Por ello no sorprende que el modelo se repitiera ampliamente en la región; la principal diferencia radica en el tipo de aparejo utilizado. Hasta el momento he realizado levantamientos mediante la técnica de fotogrametría de los muros norte de las iglesias del convento de Cholula y de Huaquechula, los cuales serán útiles para realizar una comparación

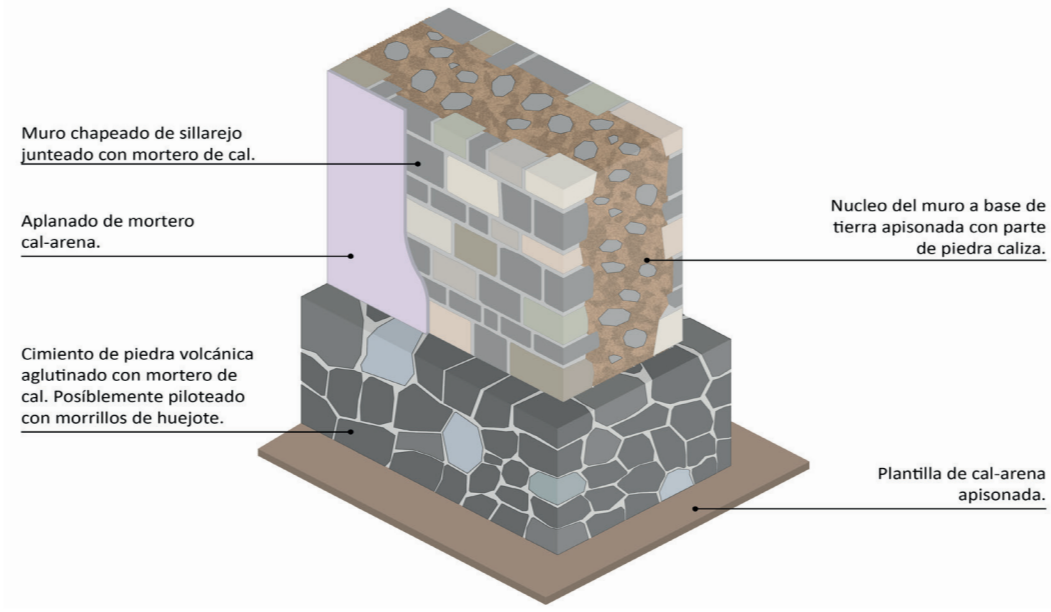


Figura 4. Interpretación del sistema constructivo de los muros de tres capas de la iglesia conventual de Huejotzingo. (Dibujo del autor)

entre los dos tipos de aparejos. En Cholula (figura 5) se empleó material trabajado a la manera de *piedra bruta*, escasamente trabajado y colocado de manera aparentemente irregular. En tanto, en Huaquechula (figura 6) se emplearon sillarejos de *piedra cortada*, dispuestos de manera mucho más regular. Si se comparan con los muros de Huejotzingo, Atlixco y Tochimilco (figura 2), puede observarse que se asemejan al modelo de Huaquechula. Sin embargo, aún en el aparentemente desordenado aparejo del muro de Cholula se advierte el respeto por las reglas generales para la construcción de muros que identificó Tiziano Mannoni (2005, 16): cada elemento lítico se apoya sobre al menos dos elementos, se procura su ligazón a los inferiores en varios puntos, las piedras se disponen preferentemente en sentido horizontal y, en la medida de lo posible, en hiladas. No se ignoraron, por tanto, las normas estructurales que dan estabilidad al muro.

Aunque los aparejos varían, conviene preguntarse qué implicaciones tuvo ello en el proceso constructivo y en el comportamiento mecánico de las estructuras. En la figura 7 puede observarse que el muro de Cholula presenta una proporción elevada de mortero respecto al de materiales pétreos. En ciertos puntos, parece que está compuesto en mayor medida por mortero que por piedra, lo que podría deberse a reparaciones posteriores o a que el mortero ha cubierto la cara externa de algunos elementos pétreos cuya forma es particularmente irregular. En Huaquechula, aunque hay un acomodo más regular de los sillarejos, se observa también un uso abundante de mortero. En ambos casos, la resistencia global del muro depende de la calidad de este material, pues cuando los contactos entre los elementos pétreos se realizan mediante el mortero, la resistencia global del muro será la que ofrece el propio mortero, que por regla general es inferior al de la piedra.

En la vecina región de Morelos, en la arquitectura conventual se han identificado morteros al modo prehispánico con agregados de *tezontlalli* —arena de tezontle negro o rojo (Ledesma 2011, 9). De igual manera, morteros con este tipo de agregados se han identificado en la práctica edificatoria en la Ciudad de México (Rodríguez Morales 2011, 46). Mezclas de este tipo han demostrado aumentar la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto (Ledesma 2011, 10), lo que seguramente con-

Figura 5. Levantamiento del primer tramo del muro norte de la iglesia conventual de Cholula. (Ortofoto realizada por el autor)

Figura 6. Levantamiento del primer tramo del muro norte de la iglesia conventual de Huaquechula. (Ortofoto realizada por el autor)

tribuyó a mejorar la resistencia de los muros que dependían de un mortero de buena calidad. No obstante, será necesario realizar un estudio sistemático para determinar si esta práctica se extendió también a los conventos poblanos.

Si bien el empleo de una menor proporción de mortero de cal disminuía la demanda de un material costoso, un factor desventajoso era el aumento del tiempo requerido para la talla de la piedra. En aquel entonces la mano de obra era escasa, especialmente

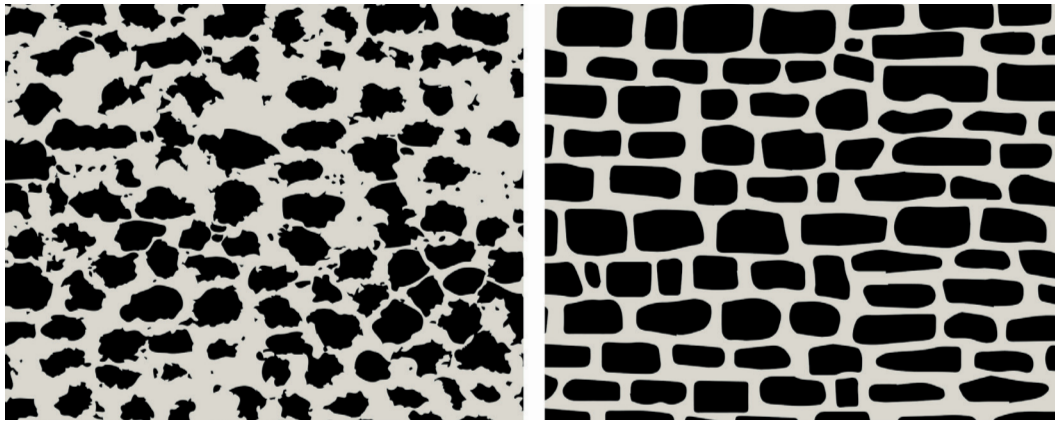


Figura 7. Estudio de los aparejos de la iglesia conventual de Cholula (Izquierda) y Huaquechula (derecha). (Dibujos del autor)

teniendo en cuenta el pronunciado colapso demográfico que atravesaba la población indígena a mediados del siglo XVI. En otras palabras, un recurso escaso era reemplazado por otro. Como señala Mannoni (2005, 17), una disposición de elementos más regular de los elementos líticos suele incrementar el costo de una obra. Es posible, por tanto, que el cambio en la técnica obedeciera a una intención estética. Ello parece confirmarse en la fachada principal de la iglesia de Huejotzingo, donde se simularon sillares perfectamente regulares mediante pintura mural, o en la sección del muro norte de la iglesia de Cholula donde se localiza la puerta Porciúncula,[3] único tramo con aplanado, buscando quizás ocultar el aparejo irregular visible en el resto del muro.

Como menciona Mannoni (2005, 16), lo ideal es que el muro sea lo más homogéneo posible de modo que actúe como una estructura uniforme, sin perder la elasticidad que deriva de estar conformado de muchos ejemplos ensamblados. De tal manera, esta característica ha resultado ser idónea para mejorar la resistencia sísmica de estas construcciones.

Cabe preguntarse, entonces, si este tipo de aparejos responde a una innovación introducida en el periodo virreinal o si retomaba tradiciones constructivas presentes previamente en la región. Kubler (2012, 220) identifica el origen prehispánico de esta técnica. Meli Piralla y Natalia García (2015, 1053) coinciden al señalarla como un ejemplo de la «incorporación de conocimientos prehispánicos a la construcción virreinal». Por su parte, González Leyva (2019, 54) reconoce que este tipo de muros también era conocido entre los constructores europeos, y que aparece incluso en tratados como el de Alberti. Es probable, entonces, que operara un principio de compatibilidad entre los sistemas constructivos: el uso de elementos constructivos que resultaban familiares o apropiables facilitó la apropiación de los saberes del otro, integrándolos en las nuevas edificaciones. A esto contribuyó un proceso de aprendizaje recíproco, en el que se implicaron los constructores de la región—tanto los maestros venidos de ultramar como los especialistas en construcción locales (Muñoz Sánchez 2025). Las primeras experiencias con el empleo de muros de tres hojas eran compatibles con la técnica de la bóveda de nervaduras, lo que facilitó la difusión del uso conjunto de ambos sistemas constructivos por la región. De esta manera, las técnicas mesoamericanas encontraron cabida en edificaciones plenamente coloniales.

El uso del ladrillo y elementos cerámicos en la capilla posa de Huaquechula

El ladrillo, como se ha dicho, no fue un material de uso común en Mesoamérica; su empleo generalizado a partir del siglo XVI representa una innovación producto del contacto colonial. Aunque podría tratarse de una interpretación sesgada debido a la poca cantidad de obras de la primera mitad del siglo XVI que se conservan, lo cierto es que el uso del ladrillo parece generalizarse a partir de la década de 1550. En las edificaciones estudiadas, el ladrillo no se destinó principalmente a los muros —que continuaron construyéndose con piedra y tierra cruda, a la manera que se ha descrito—, sino que se utilizó para conformar arcos, arcos de descarga, bóvedas, plementería y elementos decorativos. Llama la atención que se aplicara especialmente en componentes estructurales ajenos a la tradición mesoamericana. Por el contrario, los elementos arquitectónicos decorativos realizados en materiales cerámicos eran comunes en la arquitectura mesoamericana y continuaron siendo utilizados para decorar las iglesias conventuales durante el siglo XVI (Escalante Gonzalbo, 2018).

En los conventos analizados en esta disertación se observa un uso estructural del ladrillo. Un ejemplo son las nervaduras de ladrillo aplantillado (Toussaint 1935, 53) y la plementería de las bóvedas de la iglesia conventual de Huejotzingo (Muñoz Sánchez 2022, 270-271). De manera similar, se emplearon hiladas de ladrillo alternadas con piedra —a manera de muro verdugado— en la espadaña de la iglesia conventual de Huaquechula, estructura que lamentable-

Figura 7. Restos de la segunda capilla posa de Huaquechula. (Fotografía del autor)

mente se perdió durante los sismos de 2017. También encontramos piezas cerámicas en otro tipo de elementos no estructurales o decorativos. Es el caso de las gárgolas de cerámica utilizadas en Huejotzingo. Las almenas del templo de Huejotzingo están conformadas por ladrillos recubiertos por argamasa, mientras que en la iglesia de Cuauhtinchan las molduras que coronan la nave y las que enmarcan las ventanas del presbiterio fueron elaboradas igualmente con cerámica aplantillada.

Un caso de particular interés es el de la única capilla que se conserva en el convento de San Martín Caballero en Huaquechula (figura 8), por su uso del ladrillo tanto en los elementos decorativos de barro cocido como en componentes estructurales. Con capillas posas nos referimos a una tipología arquitectónica propia del siglo XVI novohispano, que consistía en cuatro pequeñas estructuras que funcionaban como estaciones procesionales y se colocaban en las cuatro esquinas de los amplios atrios conventuales. En las capillas posas se «posaba» el Santísimo como parte de la secuencia ritual. Éstas y las llamadas capillas abiertas conformaban un conjunto arquitectónico de «arquitectura a cielo abierto» (Artigas 1995, 6) característico del programa arquitectónico de los conventos mendicantes novohispanos de aquel siglo. La capilla posa de Huaquechula es evidentemente análoga a las de Huejotzingo y Calpan en cuanto a su intención formal, pero difiere notablemente en cuanto a sus elementos constructivos, pues en aquellas predomina el uso de la piedra.

Como se dijo antes, en Huaquechula sólo se conserva parcialmente una capilla posa, aunque existen restos de otras tres, lo que permite suponer que el conjunto original se conformaba con la típica disposición de cuatro, colocadas en las cuatro esquinas del atrio. La capilla presenta planta cuadrada y dos accesos opuestos con arcos carpaneles flanqueados por

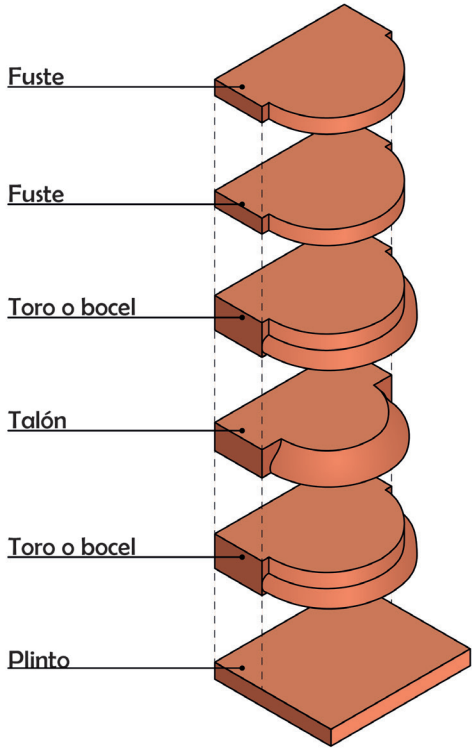


Figura 9. Despiece de los elementos cerámicos que conforman las basas de la capilla posa de Huaquechula. (Dibujo del autor)

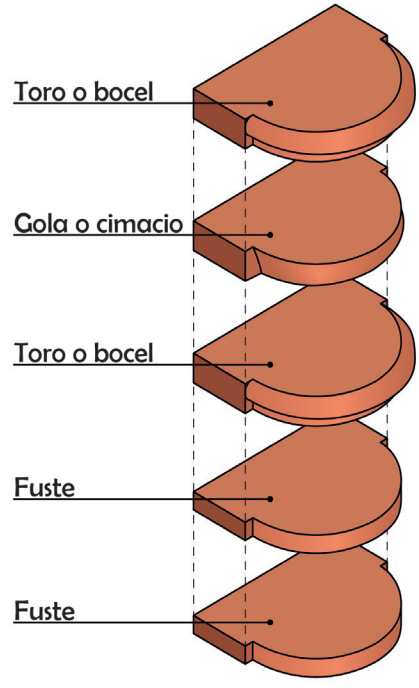


Figura 10. Despiece de los elementos cerámicos que conforman los capiteles de la capilla posa de Huaquechula. (Dibujo del autor)

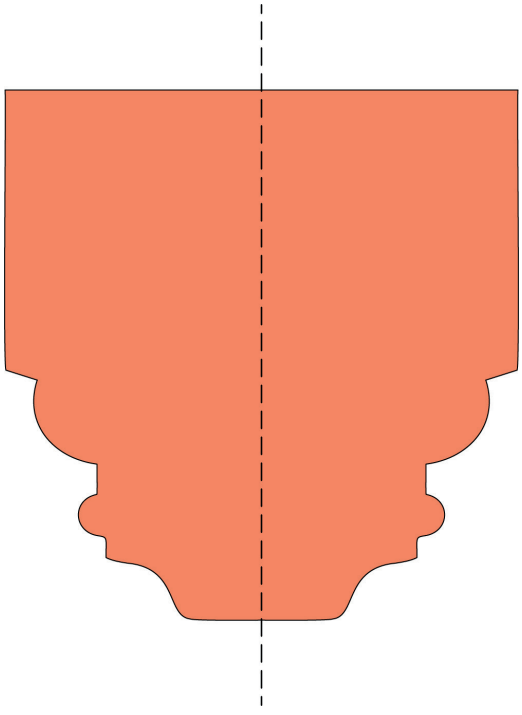


Figura 11. Sección de la pieza aplantillada que conforma el arco de las capillas posas. (Dibujo del autor)

columnas adosadas elaboradas en cerámica moldeada, interpretaciones locales del orden toscano.

Las columnas de la capilla de Huaquechula constituyen un ejemplo notable de manufactura cerámica especializada. Cada una se compone de una basa, fuste y capitel elaborados con piezas moldeadas. La basa está formada por cuatro elementos distintos: un plinto cuadrangular, una moldura tipo toro o bocel, otra con perfil de talón y una más de toro, todas diferentes entre sí (figura 9). El fuste consta de quince piezas idénticas obtenidas mediante una plantilla o *gavera*, técnica común en la producción de ladrillos. El capitel está formado por tres piezas: una moldura tipo toro, una de doble curvatura o gola, y una última también tipo toro (figura 10). En total, cada columna se compone de ocho tipos de piezas, de las cuales solo las del fuste se repiten .

Aparentemente, todas las piezas que conforman las columnas parecen haber sido fabricadas por medio de un molde; sin embargo se habrían seguido dos estrategias distintas. Por un lado, las piezas que conforman el fuste fueron modeladas con plantillas bidimensionales que facilitaban la reproducción seriada. Por otro, las de las basas y capiteles requirieron moldes tridimensionales derivados de modelos en piedra o cerámica. Este proceso sugiere la existencia de talleres cerámicos capaces de producir elementos arquitectónicos complejos y estandarizados, combinando procedimientos artesanales mesoamericanos con tipologías renacentistas. En el resto de los elementos cerámicos utilizados en la capilla posa vemos que se siguen estrategias similares para su fabricación.

El arco está compuesto por piezas de barro cocido aplantilladas que forman molduras semejantes a una arquivolta enmarcada por un alfiz, definido por el cambio de paño. En el interior, un cordón franciscano, fabricado en cerámica seguramente con un molde, recorre el perímetro superior de la capilla en el arranque de la bóveda (figura 12). El elemento más llamativo de las capillas posas de la región es la bóveda de forma piramidal que, a manera de chapitel, cubre las bóvedas de Huejotzingo y Calpan, y cubría también las de Huaquechula. Solo es posible observar cómo era la bóveda de la capilla posa que se ha estado describiendo a través de fotos históricas. Los restos que persisten en la tercera capilla posa permiten observar que estas bóvedas estaban construidas a base de ladrillo, revestidas de mortero en su exterior y probablemente también en el interior (figura 12).

Esto parece indicar que en la capilla posa de Huaquechula se buscó encontrar la misma expresión formal que las de Huejotzingo y Calpan, utilizando sin embargo elementos más modestos. Por medio del uso del ladrillo como elemento estructural y piezas

Figura 12. Detalle de moldura en forma de cordón franciscano y arranque de la bóveda en la capilla posa 3, complejo conventual de Huaquechula. (Fotografía del autor)

decorativas de tierra cocida , los constructores de Huaquechula lograron emular los resultados formales y estéticos conseguidos en otras edificaciones que privilegiaron el uso de piedra.

Conclusión

El examen del uso de la piedra y del ladrillo en las edificaciones conventuales del siglo XVI en el occidente del actual estado de Puebla permite reconocer que estos materiales, además de servir para fabricar los elementos constructivos que conforman esas edificaciones, pueden leerse como productos de la transmisión y transformación del conocimiento técnico en un contexto de contacto cultural. La persistencia de sistemas constructivos basados en la mampostería de piedra y tierra, heredados de la tradición mesoamericana, coexistió con la introducción de procedimientos europeos de talla, estereotomía y producción de ladrillo, generando soluciones que respondían tanto a las condiciones materiales locales como a los nuevas necesidades formales y espaciales del periodo virreinal. En este proceso, los especialistas en construcción indígenas desempeñaron un papel decisivo. Su dominio y conocimiento de los materiales y técnicas de construcción locales contribuyeron, en conjunto con los constructores europeos, a la experimentación y adaptación de las tecnologías constructivas, resultando en la consolidación de un lenguaje arquitectónico propio de los conventos novohispanos. En última instancia, el estudio de estos materiales y de quienes trabajaban para materializar estas edificaciones permite reconocer que la arquitectura conventual novohispana fue tanto una empresa espiritual como un ejercicio de negociación material y de creatividad.

Agradecimientos

Investigación realizada con el apoyo del programa de becas posdoctorales (POSDOC) en la UNAM.

Notas

1. En un trabajo previo identifiqué a detalle, los nombres, la organización y conocimientos técnicos de las cuadrillas de especialistas para la construcción nahuas (Muñoz Sánchez 2025).
2. Uno de los estudios arqueológicos más completos, que permite entender la historia constructiva de los conjuntos conventuales de este tipo lo realizó Mario Córdova Tello sobre el convento de Huejotzingo (1992)
3. La Porciúncula era una puerta situada en el muro norte de los templos conventuales. Ricamente decorada, servía como acceso a la iglesia únicamente durante rituales específicos que se realizaban en fechas relevantes del calendario litúrgico, por ejemplo, durante la Semana Santa.

Lista de referencias

Amparo Robles, María; Gabriela Uruñuela y Patricia Plunket. 2020. Ingeniería en tierra e inversión energética en la Primera versión monumental de la Gran Pirámide de Cholula. En *Arquitectura Mesoamericana de Tierra. Vol. I*, Editado por Annick DAneels, 69-120. México: UNAM.

Armijo Torres, Ricardo; Miriam Judith Gallegos Gómora. 2021. Sistemas Constructivos y Conservación de la arquitectura de Comalcalco, Tabasco, México. En *Arquitectura mesoamericana de tierra, Volumen II*, Editado por Annick Daneels, 25-38. México: UNAM.

Artigas, Juan B. 1995. Arquitectura a cielo abierto. *Cuadernos de arquitectura virreinal 16*, 3-22.

Córdova Tello, Mario. 1992. *El convento de San Miguel de Huejotzingo, Puebla*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Daneels, Annick. 2020. La construcción de tierra ¿El prototipo de la arquitectura mesoamericana?. En *La arquitectura mesoamericana de tierra. Volumen I*, Editado por Annick Daneels, 247-274. México: UNAM

Escalante Gonzalbo, Pablo. 2018. La cruz, el sacrificio y la ornamentación cristiano-indígena. Luces sobre un taller de alfarería de mediados del siglo XVI en el valle de México. *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* 1(113), 81–116. https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.2018.113.2659

García Gómez, Natalia. 2012. Trazo de las bóvedas de nervaduras mexicanas del siglo XVI. *Revista de Arquitectura (Bogotá), 14*, 106-115. https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/731

Gonzalez Leyva, Alejandra. 2019. *Construcción y destrucción de conventos del siglo XVI. Una visión posterior al terremoto de 2017*. México: FONCA.

Kubler,George. 2012. *Arquitectura mexicana del siglo XVI*. México: Fondo de Cultura Económica

Ledesma Gallegos, Laura. 2011. Materiales y sistemas constructivos en dos fundaciones mendicantes de las faldas del Popocatépetl. *Boletín de monumentos históricos*, *23*, 7-18. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/boletin-monumentos/article/view/2175

Mannoni, Tiziano. Archeologia della produzione architettonica. Le tecniche costruttive. *Arqueología De La Arquitectura*, 4, 11–19. https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2005.73

Meli Piralla, Roberto y Natalia García Gómez. 2015. Evolución de la estructura de los templos monásticos novohispanos del siglo XVI. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13 - 17 octubre 2015*, editado por Santiago Huerta y Paula Fuentes, 1051-1061. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Muñoz Sánchez, Pedro A. 2022. Construcción y uso de los complejos conventuales de Huejotzingo y Tzintzuntzan: la arquitectura como escenario de las negociaciones e intercambios culturales hispano-indígenas. Tesis doctoral. México: UNAM.

Muñoz Sánchez, Pedro A. 2025. Who Has Built So Many Churches and Monasteries? Nahua Construction Specialists in Sixteenth-Century Colonial Mexico. *Construction History International Journal of the Construction History Society, 4*0 (1), 67-88.

Noguera, Eduardo, 1928. El ladrillo como material de construcción entre los pueblos nahuas. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos, II*, 64-66.

Rodríguez Morales, Leopoldo. 2011. La práctica constructiva en la ciudad de México. El caso del tezontle, siglos XVIII-XIX, Boletín de monumentos históricos, 22, 155-178. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/boletinmonumentos/article/view/2168

Toussaint, Manuel. 1935. *Supervivencias góticas en la arquitectura mexicana del siglo XVI*. Madrid.

El ochavo de Santiago en Jumilla: geometría y estereotomía

Pau Natividad Vivó
Rosario María Baños Oliver

El Renacimiento se introdujo en la región de Murcia de forma temprana en comparación con otros territorios de la península. Este proceso se vio favorecido por la llegada de artistas italianos como, por ejemplo, Jacopo Torni, formado en el taller de Ghirlandaio y colaborador de Miguel Ángel en la Capilla Sixtina. Torni trabajó en la catedral de Murcia, principalmente en el primer cuerpo de la torre y la sacristía. Tras su muerte, en 1526, la diócesis confió la maestría mayor a Jerónimo Quijano, quien consolidó el lenguaje renacentista en la región con trabajos muy significativos en Murcia, Lorca, Jumilla, Orihuela o Chinchilla entre otras localidades (Gutiérrez-Cortines 1989, 66-80; Calvo et al. 2005, 41-43; López González 2015).

Muchas de las obras vinculadas a Quijano incluyen bóvedas singulares y elementos de cantería de gran calidad. Destaca, entre ellas, la cabecera renacentista de la iglesia de Santiago en Jumilla (Alonso, Calvo y Martínez 2008), cuya construcción comenzó en 1538 bajo la supervisión de Juan de Guesca y, a partir de 1559, de Julián de Alamíquez, colaborador cercano de Quijano (Gutiérrez-Cortines 1989, 237-250; Delicado 2009, 115-116). A un lado de la cabecera, en el cuerpo bajo de la torre, se encuentra la sacristía vieja, cubierta por una bóveda ochavada (fig. 1). El objetivo de la presente comunicación es analizar la geometría y estereotomía de esta bóveda a partir de un levantamiento fotogramétrico y contrastando los resultados con la tradición tratadística de la cantería renacentista.

El ochavo de la sacristía vieja

La sacristía vieja de la iglesia de Santiago en Jumilla se organiza según un esquema central de planta octogonal, aunque también podría interpretarse como de planta cuadrada achaflanada (fig. 2). Esto se debe a que las pilastras jónicas de las esquinas se disponen con sus caras frontales paralelas a cuatro paramentos de la estancia, que adquieren carácter de principales, mientras que los otros cuatro pasan a ser secundarios. En los paramentos principales se localizan el acceso o la única ventana y en los secundarios hay capillas hornacinas cubiertas por veneras. En la parte superior se dispone un entablamento y por encima se eleva la bóveda ochavada, también llamada «ochavo» en los textos de arquitectura y cantería del siglo XVI.

El ochavo está formado por ocho paños o porciones aparentemente iguales en correspondencia con los lados de la planta octogonal. Los paños de un ochavo suelen ser superficies cilíndricas que se proyectan en planta como triángulos, aunque de esto hablaremos más adelante. La decoración del intradós se diseña a partir de la planta octogonal y según un esquema radial. Verticalmente se distinguen tres partes: la inferior, con cinco filas horizontales de 32 casetones cada una; la intermedia, decorada a modo de venera con nervaduras salientes y canales entrantes; y la superior, que presenta una guirnalda circular y una clave central decoradas con querubines, frutas y vegetales. Entre la guirnalda y la clave hay una hilada

Pau Natividad Vivó; Rosario María Baños Oliver – Universidad Politécnica de Cartagena

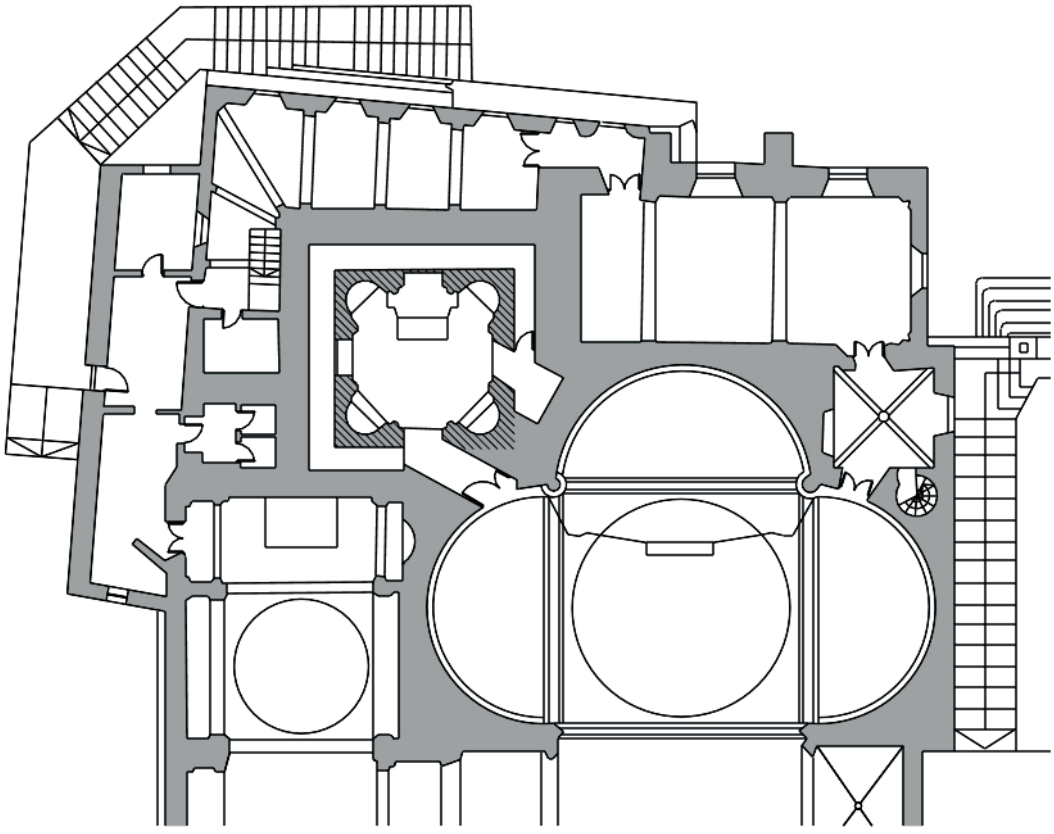


Figura 1. Planta de la cabecera de la iglesia de Santiago en Jumilla. Fuente: redibujado a partir de los planos para el proyecto de restauración de Juan de Dios de la Hoz y Plácido Cañadas.

con incisiones que parecen letras, pero el desgaste de la piedra no permite su identificación. El estado de conservación del ochavo es aceptable, aunque con pérdidas de material puntuales y presencia de humedades. También se aprecian cuatro orificios que antaño permitían el paso de las cuerdas de las campanas.

No se conservan datos concretos sobre la autoría de la sacristía vieja, pero parece razonable atribuir su traza y ejecución a los mismos autores de la cabecera renacentista, es decir, a Quijano y Alamíquez. Otro argumento que respalda esta atribución es que estos maestros fueron los autores, también, de la sacristía de la iglesia de Santiago en Orihuela (fig. 3), construida entre 1545 y 1551 y que guarda gran similitud con la de Jumilla, tanto en la configuración de la estancia como en la solución de la bóveda (Gutiérrez-Cortines 1989, 266-270). Tampoco se han hallado datos precisos sobre las fechas de construcción. Ahora bien, dado que el ochavo está aproximadamente a la misma altura que las bóvedas de la cabecera, su construcción podría datarse en fechas similares, esto es, hacia 1562, año inscrito en el entablamento de la cabecera. En todo caso, parece que la sacristía se concluyó antes de 1589 (Gutiérrez-Cortines 1989, 237).

Las similitudes entre las sacristías de Santiago de Jumilla y Orihuela son evidentes. Ambas se organizan según un esquema central de planta octogonal con pilastras en las esquinas, arcos o capillas hornacinas entre las pilastras, un entablamento con la misma inscripción (del Libro de Isaías, 52:11) y una bóveda ochavada con casetones y venera. Sin embargo, también hay algunas diferencias: la sacristía de Jumilla es de menor tamaño y su ochavo presenta cuatro filas de casetones, mientras que el de Orihuela

Figura 2. Ochavo de la sacristía vieja de la iglesia de Santiago en Jumilla. Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Ochavo de la sacristía de la iglesia de Santiago en Orihuela. Fuente: elaboración propia.

cuenta con tres filas y se remata con una linterna. Otra diferencia relevante reside en la distinta orientación de las pilastras: en Jumilla se alinean paralelamente a cuatro de los ocho paramentos, potenciando la percepción de planta cuadrada achaflanada, como ya hemos indicado; por el contrario, en Orihuela adoptan una orientación intermedia, sin destacar ningún paramento sobre otro, favoreciendo la lectura de la planta octogonal.

Levantamiento del ochavo

Hemos realizado un levantamiento fotogramétrico del ochavo mediante la técnica conocida como *Structure from Motion* (SfM). Para ello, se tomaron 441 fotografías de 6240 x 4160 píxeles, desde el nivel del suelo de la sacristía, con una cámara Canon EOS R con trípode y objetivo de focal fija de 50mm. Las fotografías se procesaron en el programa informático Metashape y se obtuvo una nube de puntos del ochavo. Se eliminaron los puntos de menor confianza, que suelen generar ruido, y se orientó y escaló el conjunto con las coordenadas de cinco puntos obtenidas mediante un escaneado realizado con el BLK G1 de Leica. El resultado final es una nube de casi 9 millones de puntos que representa con rigor el intradós.

Conviene señalar que la imposta del entablamento sobresale hacia el interior de la sacristía, ocultando algunas partes de la primera fila de casetones. Estas partes no pudieron fotografiarse desde el nivel del suelo y, en consecuencia, la nube presenta vacíos sin puntos en la primera fila de casetones. Estos vacíos son habituales en la toma de datos con fotogrametría y escáner terrestres. Ahora bien, en este caso, al estar bastante localizados y ser relativamente pequeños en comparación con el resto de la bóveda, no han supuesto ningún problema para el estudio geométrico y estereotómico.

Estudio geométrico

A partir de la nube de puntos, se han generado varias vistas arquitectónicas del ochavo, aunque en este trabajo únicamente se presentan una planta vista desde abajo y dos secciones verticales denominadas A y B (fig. 4). La planta se ha obtenido seccionando la nube por el plano de imposta (plano horizontal que pasa por la cara superior de la imposta) y proyectando hacia arriba para ver el intradós. Las secciones A y B se han obtenido seccionando la nube por dos planos verticales que pasan por el centro del ochavo.

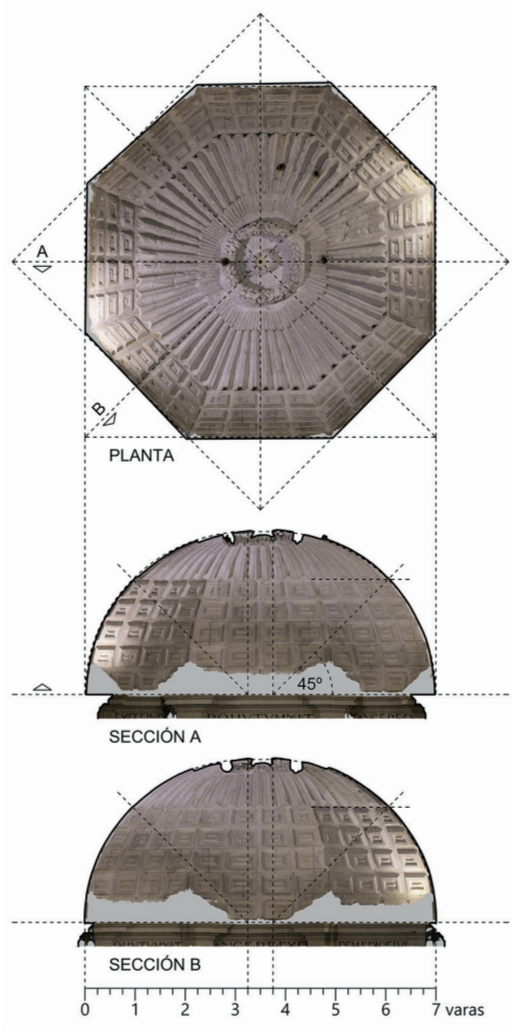


Figura 4. Planta vista desde abajo y secciones verticales A y B del ochavo de Jumilla. Fuente: elaboración propia.

El estudio confirma que la planta del ochavo se ajusta a un octógono regular formado por la combinación de dos cuadrados girados con lados de longitud igual a 7 varas castellanas (28 palmos), lo que equivale a 5.8513 metros si consideramos que una vara castellana son 0.8359 metros. Se han empleado las diagonales de estos cuadrados como referencia para realizar cuatro secciones verticales, aunque, como comentábamos, en este trabajo solo se incluyen las secciones A y B.

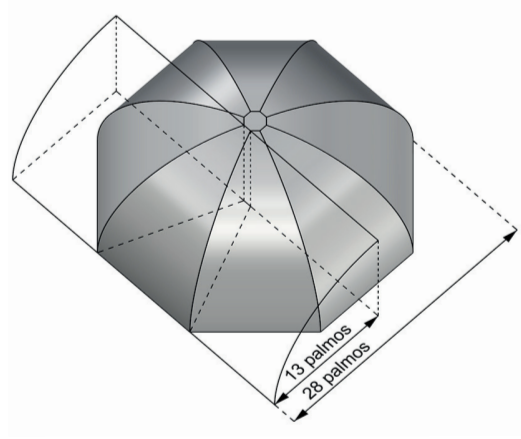


Figura 5. Hipótesis de configuración geométrica del ochavo de Jumilla. Fuente: elaboración propia.

El análisis de las secciones confirma que los ocho paños se ajustan a la misma geometría: un cuarto de círculo con centro ubicado en el plano de imposta y radio de longitud igual a 13 palmos. En consecuencia, los paños pueden interpretarse como superficies cilíndricas de eje horizontal. Sin embargo, dichos ejes no pasarían por el centro del octógono, pues la anchura total de la bóveda es de 28 palmos, mientras que dos paños opuestos abarcan 26 palmos. Como resultado, se genera un hueco en la parte superior central del ochavo, de contorno octogonal y anchura 2 palmos, que geométricamente se resolvería mediante un plano horizontal.

En definitiva, la hipótesis que se plantea es que el ochavo se genera a partir de la intersección de ocho superficies cilíndricas de eje horizontal y radio 13 palmos dispuestas sobre un octógono de anchura 28 palmos (fig. 5). El resultado es una bóveda ochavada compuesta por ocho paños cilíndricos iguales. Estos paños no se proyectan en planta como triángulos, sino como trapecios isósceles, y la parte superior central se completa con un plano horizontal de contorno octogonal.

Por último, se ha llevado a cabo una comprobación adicional que tiene que ver con la distribución de la decoración en el intradós. Se han dibujado, en las secciones A y B, dos radios girados 45º que dividen los paños en dos mitades inferior y superior. Hecho esto, se verifica que las mitades inferiores son las que se decoran con casetones, mientras que las

superiores son para la venera y la guirnalda. Finalmente, sobre el plano superior octogonal se sitúa la clave.

Estudio estereotómico

Antes de abordar este estudio, conviene precisar la definición de los términos «junta» y «junta aparente» que se emplearán a lo largo del texto. Por «junta» se entiende la superficie de contacto entre dovelas. Si la junta se localiza entre dovelas de hiladas contiguas, es decir, es una junta entre hiladas, se denomina lecho, y si es una junta entre dovelas de la misma hilada, se denomina junta lateral o simplemente junta. En cambio, la «junta aparente» hace referencia a la línea visible de la junta que se observa en el intradós de la bóveda. Como las juntas (superficies) están en el interior de la obra, la única forma de plantear hipótesis sobre su geometría es analizar las juntas aparentes (líneas), que son visibles en el intradós.

Juntas aparentes

El primer paso para el estudio estereotómico ha sido identificar y colorear de blanco los puntos de la nube que definen las juntas aparentes. Una vez hecho esto, se distingue claramente que hay un total de doce hiladas dispuestas horizontalmente una sobre otra. Se han numerado las hiladas del 1 al 12, desde el arranque hasta la clave (fig. 6): las hiladas 1 a 5 corresponden a las cinco filas de casetones; las hiladas 6 a 9 abarcan la venera; y las hiladas 10, 11 y 12 incluyen la guirnalda, las incisiones y la clave.

Las juntas aparentes pueden analizarse a partir de una vista en planta (fig. 7). Entre las hiladas 1 y 10, estas juntas se proyectan como octógonos concéntricos. En las hiladas iniciales, los octógonos presentan una forma bastante regular; sin embargo, conforme se asciende, se acumulan pequeñas desviaciones, de modo que la junta aparente entre las hiladas 9 y 10, justo antes de la guirnalda, aparece como un octógono algo deformado. La hilada 10 con guirnalda presenta una altura variable que compensa las desviaciones acumuladas. Finalmente, las juntas aparentes entre las hiladas 10, 11 y 12 adoptan la forma de dos círculos concéntricos bastante regulares.

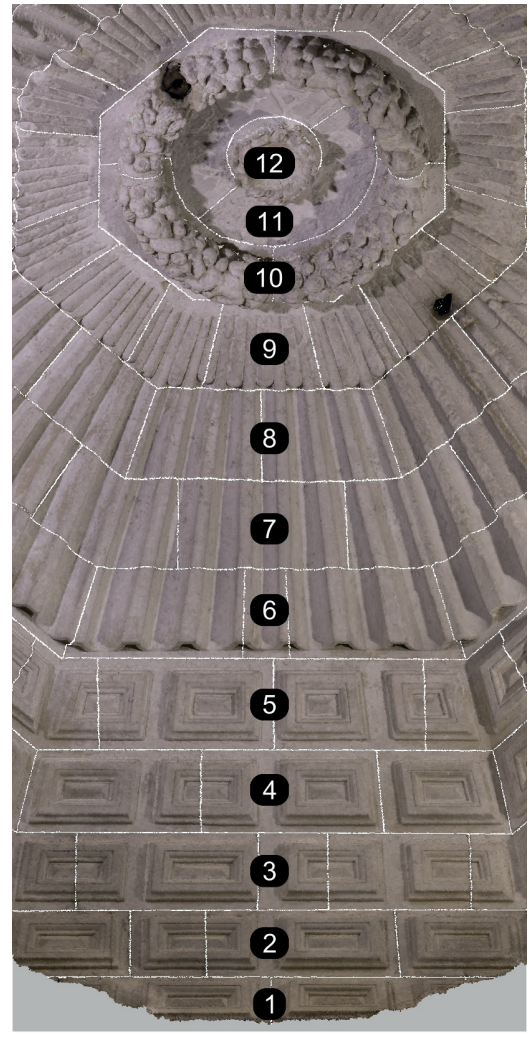


Figura 6. Hiladas numeradas del 1 al 12. Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las juntas aparentes entre las dovelas de la misma hilada, se observa que, desde la hilada 1 a la 8, la mayoría se proyectan como segmentos perpendiculares a los octógonos, salvo las situadas en los vértices de estos, que son segmentos convergentes al centro del ochavo. Y desde la hilada 9 a la 11, se proyectan como segmentos convergentes al centro del ochavo.

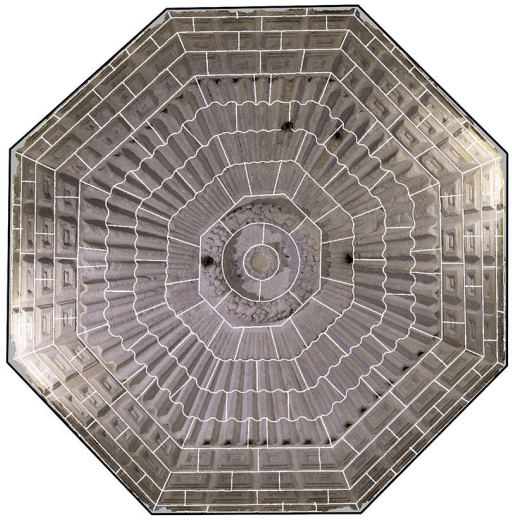


Figura 7. Planta vista desde abajo con juntas aparentes coloreadas de blanco. Fuente: elaboración propia.

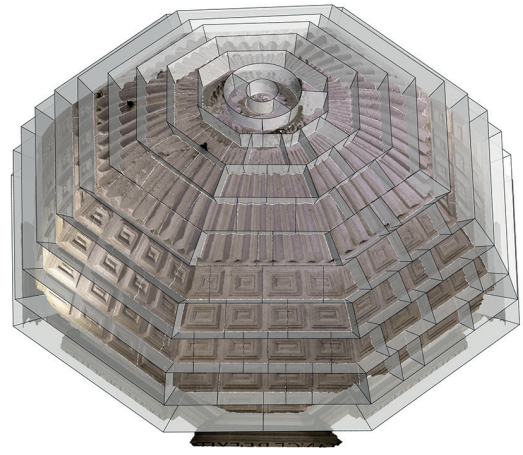


Figura 8. Hipótesis de lechos y juntas laterales entre dovelas. Se han dibujado los lechos de todos los paños y las juntas laterales de dos paños. Fuente: elaboración propia.

Lechos y juntas laterales

En este punto, se cuenta con información suficiente para plantear una hipótesis sobre la geometría de los lechos y las juntas laterales (fig. 8). En la parte superior del ochavo, las dos juntas aparentes circulares probablemente correspondan a lechos cónicos con vértice en el centro del ochavo. En la zona de la venera, las juntas aparentes octogonales presentan entrantes y salientes en correspondencia con las nervaduras y los canales. Este detalle es especialmente significativo, pues permite deducir que los lechos de cada paño se organizan según un haz de planos cuyo eje coincide con el eje del paño.

En la parte con casetones, las juntas aparentes octogonales no muestran entrantes ni salientes, lo que impide conocer con certeza la forma de los lechos. La hipótesis planteada es que son planos convergentes al eje del cilindro, al igual que en la venera. No obstante, no se pueden descartar otras configuraciones, como que las primeras hiladas tengan lechos planos horizontales, a la manera de los enjarjes de las bóvedas de crucería. Esta solución, que permite ahorrar cimbras en las primeras hiladas, es más característica del gótico, pero también se documenta en bóvedas renacentistas (Rabasa 2000, 162-167; Alonso y López Mozo 2002; Alonso 2007; López Mozo 2009).

Por último, todas las juntas laterales entre dovelas son planos verticales, unas veces perpendiculares a los ejes de los paños y otras convergentes al centro del ochavo.

Geometría de las hiladas y las dovelas

A partir de la hipótesis de lechos y juntas laterales, se analiza la geometría de las hiladas y las dovelas. Las primeras ocho hiladas son octogonales y están formadas por tres tipos de dovelas que se han denominado A, B y C (fig. 9). Dentro de los paños se observan numerosas dovelas convencionales del tipo A, mientras que las intersecciones entre paños se resuelven unas veces con dos dovelas simétricas B y otras con una dovela acodada C. La dovela A es similar a las utilizadas en una bóveda de cañón: tiene lechos que son planos convergentes al eje del paño y juntas laterales que son planos verticales perpendiculares al eje del paño. La dovela B es similar a la A, pero se diferencia en que la junta lateral de contacto con su simétrica B es un plano vertical convergente al centro del ochavo. Finalmente, la dovela acodada C puede entenderse como la combinación de dos B. Como C pertenece a dos paños contiguos, sus juntas laterales son dos planos verticales perpendiculares al eje de cada paño.

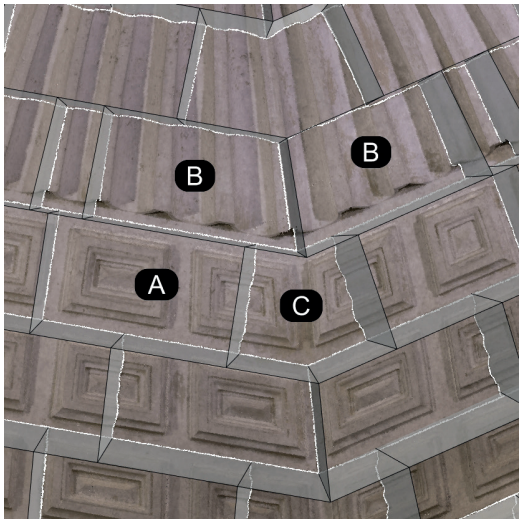


Figura 9. Dovelas tipo A, B y C en las hiladas 1 a 8. Fuente: elaboración propia.

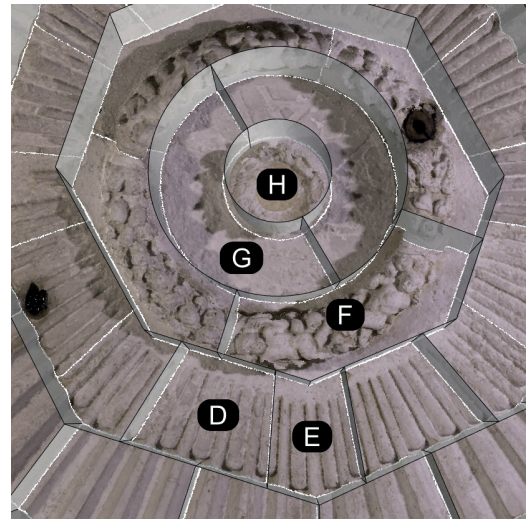


Figura 10. Dovelas tipo D, E, F, G y H en las hiladas 9 a 12. Fuente: elaboración propia.

La hilada 9 es octogonal, la 10 funciona como transición, siendo mitad octogonal y mitad circular, y las 11 y 12 son circulares. Estas hiladas se materializan con cinco tipos de dovelas que se han denominado D, E, F, G y H (fig. 10). Las dovelas D y E de la hilada 9 son similares a A y C respectivamente. La única diferencia es que las juntas laterales de D y E no son planos verticales perpendiculares el eje del paño, sino planos verticales convergentes al centro del ochavo. Las cuatro dovelas F de la hilada 10 presentan una geometría particularmente compleja: tienen un lecho inferior formado por tres planos convergentes a los ejes de tres paños, un lecho superior cónico y dos juntas laterales que son planos verticales convergentes al centro del ochavo. Además, presentan una altura variable para absorber las desviaciones acumuladas en las hiladas inferiores. Por último, las dovelas G y H de las hiladas circulares 11 y 12 tienen lechos cónicos y, en el caso de G, las juntas laterales son planos verticales convergentes al centro del ochavo.

Proceso de labra

El problema estereotómico que se plantea en los ochavos en general, y en esta bóveda en particular, es el de la intersección de cilindros. Este problema se presenta también en las bóvedas de arista, con lunetos, esquifadas y en rincón de claustro. En las bóvedas de arista o con lunetos, las intersecciones entre los cilindros generan aristas salientes; por el contrario, en las esquifadas, en rincón de claustro y ochavadas, las aristas son entrantes. El análisis se centrará en estas últimas, pues son las que se corresponden con el caso analizado.

En las bóvedas esquifadas, en rincón de claustro y ochavadas suelen aparecer dos tipos de dovelas: las convencionales de una bóveda de cañón (fig. 9, tipo A) y las acodadas que resuelven el encuentro entre dos cañones (fig. 9, tipo C). Las convencionales no revisten dificultad y pueden labrarse a partir, por ejemplo, de una plantilla que represente la junta lateral; por el contrario, las acodadas presentan mayor complejidad y su labra requiere operaciones más elaboradas. Para tallar las dovelas acodadas, muchos autores del siglo XVI y siguientes proponen el método conocido como labra «por robos». Así se ve, por ejemplo, en el manuscrito de cantería atribuido a Pedro de Alviz (ca. 1544) concretamente en las trazas para el *Rincón de claustro perlongado* (21r), el *Rincón de claustro esviado* (22r), la *Bóveda esquifada* (25r) o la *Bóveda ochavada* (27r; fig. 11) (García Baño 2017, 468-481, 482-493, 528-541 y 552-565).

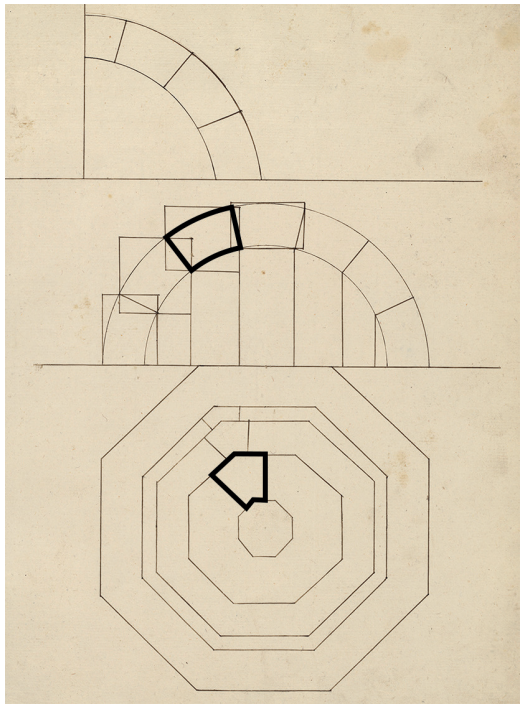


Figura 11. Trazas para una *Bóveda ochavada* en el manuscrito atribuido a Pedro de Alviz (ca. 1544, 27r). Se han repasado las proyecciones en planta y lateral de una dovela acodada tipo C.

También en las trazas de Vandelvira (ca. 1585) para el *Rincón de claustro* (25r) o el *Rincón de claustro desigual* (25v-26r) (Palacios [1990] 2003, 92-95; Aranda 2022, 678-691); de Martínez de Aranda (ca. 1600) para el *Arco de rincón de caustria* (85-87) o el *Arco en rincón de caustria en bóvedas desiguales* (87-88) (Calvo 1999, 2: 209-213 y 214-217); o de Guardia (ca. 1600) para la *Capilla en triángulo por rincón* (90v) o la *Capilla por rincón* ([92]r) (Calvo 2015, 447-451). Posteriormente, en las trazas de Gelabert (1653) para la *Bóveda de cuatro rincones rectangular* (traza 47 en 59v-60r) o el *Rincón de claustro* (traza 48 en 60v-61r) (Rabasa 2011, 156-159 y 160-161); y también de Portor y Castro (1708) para la *Capilla cuadrada que empieza en arista y acaba en rincón* (49r), la *Capilla cuadrada por rincones* (50r), la *Capilla por rincón en un paralelogramo* (50v), la *Capilla triangular por rincones* (54v) o la *Capilla cuadrada por rincones a medio punto los rincones* (59r) (Carvajal 2022, 438-441, 442-443, 448-450, 452-456 y 444-447).

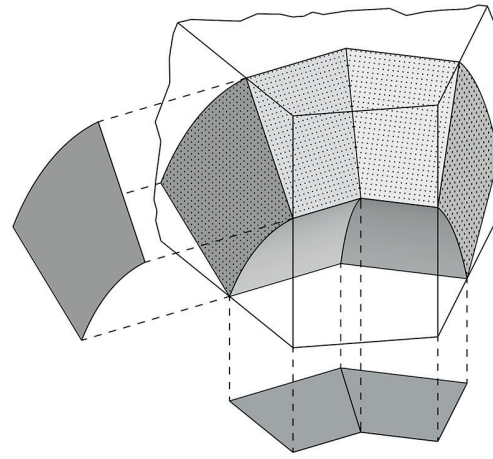


Figura 12. Esquema de labra por robos para una dovela acodada tipo C. Fuente: elaboración propia.

La labra por robos comienza con un bloque de piedra con varias caras planas sobre las que se trazan, directamente o mediante plantillas, las proyecciones ortogonales de la dovela que se pretende obtener. Después, empleando estas proyecciones como referencias, se talla el bloque hasta obtener la dovela. Este método se puede aplicar, sin problemas, a la labra de las dovelas A, B y C, que son, con diferencia, las más numerosas. En estas dovelas, la proyección en planta del intradós se obtiene directamente de la planta del ochavo y la proyección lateral se obtiene de la sección circular del paño (fig. 12).

Las dovelas D, E, F, G y H podrían labrarse de diversas formas, por ejemplo, por robos. Sin embargo, existen indicios que apuntan a una labra mediante plantillas de intradós. En primer lugar, dichas plantillas podrían obtenerse directamente de la planta del ochavo, dado que el intradós de las hiladas superiores es tan horizontal que equivale prácticamente a su proyección en planta. En segundo lugar, el empleo de plantillas de intradós simplificaría notablemente la talla de las dovelas F, de geometría compleja, así como de las dovelas G y H, de forma circular. Por último, el cambio de método de labra podría explicar la variación, aparentemente arbitraria, que se produce en las dovelas D y E de la hilada octogonal 9, donde

las juntas entre dovelas pasan a orientarse según planos verticales convergentes al centro del ochavo.

Posible uso de plantillas de intradós para la decoración

Existen trazas que explican cómo obtener las plantillas de intradós para un ochavo de paños cilíndricos. Tal es el caso, por ejemplo, de las trazas para la *Cabecera ochavada* y el *Ochavo igual por dovelas* (fig. 13) de Vandelvira (ca. 1585, 102v-103r y 104r; Palacios [1990] 2003, 326-331 y 336-339; Calvo 2020, 392-395; Aranda 2022, 549-553 y 554-558), la *Capilla ochavada* de Torija (1661, 20r-22r) o la *Bóveda ochavada* de Portor (1708, 93r; Carvajal 2022, 670-672). En estas trazas, los autores aproximan el ochavo a un poliedro mediante el trazado de una serie de caras planas en correspondencia con el intradós. Posteriormente, desarrollan diferentes partes del poliedro para obtener las plantillas de intradós. Vandelvira y Torija, por ejemplo, desarrollan las caras del poliedro correspondientes a los paños, mientras que Portor opta por desarrollar las caras de las hiladas.

Las trazas de Vandelvira revisten especial interés. En ambas aplica un procedimiento similar: primero divide los paños en varias porciones y después desarrolla las caras correspondientes a dichas porciones. De este modo, obtiene plantillas de intradós de contorno trapecial (o triangular en la parte superior) que

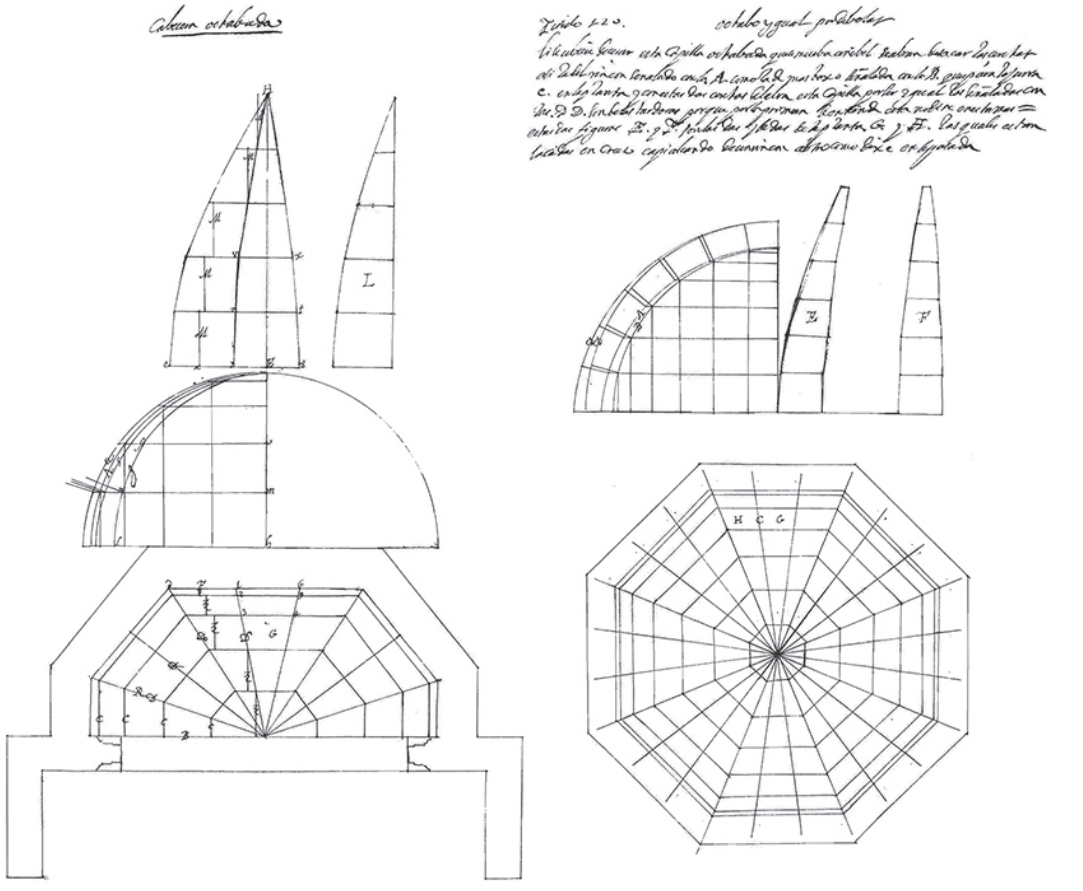


Figura 13. Trazas de la *Cabecera ochavada* (izquierda) y el *Ochavo igual por dovelas* (derecha) de Vandelvira (ca. 1585, 102v y 104r).

sirven para labrar las dovelas. Los ochavos resultantes presentan dovelas con intradós trapecial y carecen de dovelas acodadas (Palacios [1990] 2003, 326 y 336; Aranda 2022, 549 y 554). Estas dos características de los ochavos de Vandelvira los diferencian del de Jumilla, lo que refuerza la hipótesis de que las dovelas A, B y C fueron labradas por robos.

Además, en las trazas para la *Cabecera ochavada* hay un detalle menor que plantea interrogantes. Vandelvira, tras obtener los desarrollos de varias porciones de un paño, dibuja una serie de rectas identificadas con las letras Z en la planta y M en el desarrollo superior izquierdo. Aunque indica que ambas series se corresponden entre sí, no especifica su significado ni función. Es posible que dichas rectas representen juntas laterales entre dovelas que son perpendiculares al eje del paño en lugar de converger hacia el centro del ochavo. De confirmarse, estaríamos frente a una plantilla de intradós que combina dos despieces: uno constructivo y otro, quizá, decorativo. Esta hipótesis no sería muy descabellada, pues el propio Vandelvira (ca. 1585, 115v-117r) expone trazas semejantes para bóvedas baídas, donde obtiene plantillas de intradós que permiten labrar la decoración sin concordancia con el despiece constructivo (Natividad 2017, 1: 230).

En el ochavo de Jumilla, la mayoría de las dovelas presentan juntas laterales perpendiculares al eje del paño, mientras que la decoración sigue un esquema radial. Véanse, por ejemplo, las dovelas A y C de la figura 9, cuyas juntas laterales no se orientan del mismo modo que los bordes laterales de los casetones más próximos. Esta discordancia entre despieces constructivo y decorativo puede dificultar la labra de la decoración; sin embargo, este problema podría solucionarse mediante plantillas de intradós como las de Vandelvira. Estas plantillas se diseñarían siguiendo la decoración radial y se aplicarían sobre las dovelas previamente labradas por robos, permitiendo trasladar con precisión la decoración al intradós de cada dovela.

Conclusiones

El presente estudio plantea una hipótesis sobre la geometría y estereotomía del ochavo de la sacristía vieja de la iglesia de Santiago en Jumilla. El análisis confirma que el ochavo se configura a partir de ocho paños cilíndricos de eje horizontal y radio de 13 palmos, dispuestos sobre un octógono regular de 28 palmos de anchura. Está compuesto por doce hiladas superpuestas: las nueve primeras son octogonales, la décima constituye una hilada de transición y las dos superiores son circulares. Los lechos de cada paño forman un haz de planos convergentes hacia el eje del paño, salvo en las hiladas circulares, donde adquieren una geometría cónica. En cuanto a las juntas laterales entre dovelas, se distinguen dos tipos: planos verticales perpendiculares al eje del paño y planos verticales convergentes hacia el centro del ochavo. Como consecuencia de esta configuración, se identifican varios tipos de dovelas: las A, B y C de las hiladas 1 a 8 que fueron probablemente labradas por robos, y las D, E, F, G y H de las hiladas 9 a 12, que pudieron labrarse mediante plantillas de intradós, lo que habría facilitado significativamente su talla. Finalmente, la decoración radial, independiente del despiece constructivo, refuerza la hipótesis de un uso complementario de plantillas de intradós.

Notas

1. Este estudio se enmarca en el proyecto de investigación «Arquitectura y construcción en el primer Renacimiento murciano» financiado por la Fundación Séneca - Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia FS/10.13039/100007801 (22587/PI/24), España. Los autores agradecen a D. Manuel de la Rosa, párroco de la iglesia Mayor de Santiago Apóstol de Jumilla, las facilidades dadas para realizar la captura de fotografías y el escaneo de la sacristía vieja.

Lista de referencias

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel. 2007. «Sobre la cúpula trasdosada de la Iglesia de Cobos en Segovia.» En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 23-28. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo.

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel, y Ana López Mozo. 2002. «Levantamiento de la cúpula de la iglesia del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.» En *Re-visión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 327-332. A Coruña: Universidade da Coruña.

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel, José Calvo López, y María del Carmen Martínez Ríos. 2008. «Levantamiento y análisis constructivo de la cabecera de la iglesia de Santiago de Jumilla.» En *XIX Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*, 649-659. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Alviz, Pedro de (atribuido). Ca. 1544. *Manuscrito de cantería*. Biblioteca Nacional de España, Ms. 12686.

Aranda Alonso, María. 2022. *El 'Libro de traças de cortes de piedras' de Alonso de Vandelvira. Contexto de un manual de cantería y de la geometría constructiva en la España de los siglos XVI-XVII*. Jaén: Universidad de Jaén.

Calvo López, José. 1999. *'Cerramientos y trazas de montea' de Ginés Martínez de Aranda*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Calvo López, José. 2015. «Los rasguños de Alonso de Guardia y la práctica de la cantería española en la Edad Moderna.» En *Teoría y literatura artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, 411-457. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Calvo López, José. 2020. *Stereotomy. Stone Construction and Geometry in Western Europe. 1200-1900*. Cham: Birkhäuser.

Calvo López, José, Miguel Ángel Alonso Rodríguez, Enrique Rabasa Díaz, y Ana López Mozo. 2005. *Cantería renacentista en la catedral de Murcia*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.

Carvajal Alcaide, Rocío. 2022. *Cuaderno de arquitectura de Juan de Portor y Castro*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Delicado Martínez, Francisco Javier. 2009. «La Iglesia Mayor de Santiago Apóstol, de Jumilla (Murcia): espacio arquitectónico, patrimonio artístico y liturgia (I).» *Archivo de arte valenciano* 90: 103-128.

García Baño, Ricardo. 2017. E*l manuscrito de cantería Mss. 12686 de la Biblioteca Nacional de España*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena.

Gelabert, Joseph. 1653. *De l'art de picapedrer*. Palma de Mallorca: Biblioteca del Consell Insular de Mallorca, C141.

Guardia, Alonso de. Ca. 1600. *Manuscrito de arquitectura y cantería*. Madrid: Biblioteca Nacional de España.

Gutiérrez-Cortines Corral, Cristina. 1989. *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua Diócesis de Cartagena (Reyno de Murcia, Gobernación de Orihuela y Sierra del Segura)*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.

López Mozo, Ana. 2009. «La construcción de bóvedas en piedra: El Escorial.» En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 205-232. Madrid: CEU Ediciones.

López González, Antonio Luis. 2015. «Arquitectura renacentista de esquema central: Jerónimo Quijano y su entorno.» *VLC arquitectura. Research Journal* 2 (2): 43-68.

Martínez de Aranda, Ginés. Ca. 1600. *Cerramientos y trazas de montea*. Madrid: Servicio Histórico del Ejército, Ms. 457.

Natividad Vivó, Pau. 2017. *Bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena.

Palacios Gonzalo, José Carlos. [1990] 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*. Madrid: Munilla-Lería.

Portor y Castro, Juan de. 1708. *Cuaderno de arquitectura*. Madrid: Biblioteca Nacional de España, Ms. 9114.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Rabasa Díaz, Enrique. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Mallorca: Col·legi Oficial d' Arquitectes de les Illes Balears y Fundación Juanelo Turriano.

Torija, Juan de. 1661. *Breve tratado de todo género de bóvedas*. Madrid: Pablo de Val.

Vandelvira, Alonso de. Ca. 1585. *Libro de trazas de cortes de piedras*. Se conservan dos copias del manuscrito, una en la Biblioteca Nacional de España (Ms. 12719) y otra en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (Ms. R10).

La construcción en las casas de morada limeñas en el Perú virreinal (1570-1687)

Sandra Negro
Samuel Amorós

Lima o los Reyes como capital del Virreinato del Perú, se fundó el 18 de enero de 1535 a corta distancia de río Rímac, con una traza en cuadrícula organizada en manzanas cuadrangulares de 125 m de lado. Estas fueron en total ciento diecisiete, trece de este a oeste y nueve de norte a sur, con calles todas iguales de 11 m de ancho (Cobo 1882, 43). Cada manzana fue dividida en cuatro solares de iguales dimensiones, los que fueron repartidos a los primeros sesenta y nueve vecinos, a las órdenes religiosas y para las edificaciones políticas y administrativas. Este reparto inicial de solares fue gratuito, comenzando el Cabildo a venderlos a partir de 1540. El plazo establecido para cercarlo, construirlo y habitarlo fue de un año.[1]

Manzanas, solares e inicio de las construcciones permanentes

El paulatino aumento poblacional trajo consigo modificaciones sustanciales en la posesión de los solares, generándose traspasos y subdivisiones que fueron vendidos o cedidos en enfiteusis. El ordenado trazado inicial fue transformándose en un abigarrado conjunto de lotes con diversas servidumbres vinculantes, así como con formas y dimensiones muy variadas.

La urgencia de iniciar las edificaciones permanentes tuvo relación con los materiales constructivos aprovechables, que fueron la tierra arcillosa con la cual se labraron adobes y ladrillos, la disponibilidad de yeso, cal y piedras del río o de los cerros aledaños, así como cañas y carrizos para las cubiertas de esteras. La escasez de árboles que podían brindar leña como combustible para los hornos de cal y de ladrillos, así como la madera para estructurar las techumbres hizo que se talaran todos los disponibles en los alrededores de la ciudad, debiendo el Cabildo instruir estrictas prohibiciones, extensibles a los frutales de las huertas de los indígenas.[2]

Si bien se disponía de algunas maderas locales como el algarrobo, mangle, espino o el «amarillo» que abarcaba varias especies, desde el último tercio del siglo XVI fue posible contar con madera de roble proveniente de Guayaquil y de cedro traído de Tierra Firme, Nueva España o el reino de Chile, a través del puerto del Callao, siendo estos materiales costosos y escasos hasta finales del siglo XVII.

El medio en el que se erigieron las edificaciones significó para los habitantes foráneos un desafío que debieron asumir paulatinamente, llevando a cabo diversas propuestas constructivas que requirieron ser replanteadas una y otra vez, frente a una geografía casi carente de lluvias, con escasa vegetación natural y con un territorio sujeto a sorpresivos seísmos debido al paulatino desplazamiento de la placa tectónica de Nasca bajo la continental. Los movimientos telúricos fueron frecuentes en la ciudad de Lima, siendo particularmente intensos aquellos de 1555, 1581, 1586, 1609, 1660, 1678, concluyendo con el de 1687

Sandra Negro – Universidad Ricardo Palma; Samuel Amorós – Instituto de Investigaciones del Patrimonio Cultural

dentro del periodo en estudio. Este último causó la ruina general de las iglesias, conventos, monasterios y casi la totalidad de las más de cuatro mil quinientas casas, sin contar la destrucción en el puerto del Callao (Seiner, 2009). Estos frecuentes terremotos obligaron a modificar la construcción de los segundos niveles de las viviendas, que debieron pasar de materiales pesados como los adobes, atajos y citaras a tabiques más livianos de madera y cañas. La por entonces certeza que los terremotos se originaban en la acumulación de vientos subterráneos que debían liberarse, llevó al Cabildo a ordenar que en las casas se abriesen varios hoyos profundos hasta el nivel freático y labrados con ladrillos, así como galerías subterráneas para disiparlos.[3]

Otro reto fue lograr el necesario abastecimiento de agua. Desde principios del siglo XVII se documentan numerosas solicitudes para hacer cajas de agua en las casas, conventos y algunos monasterios. En ellas se pide el otorgamiento de «una paja o media paja de agua» lo que denota la consolidación de la arquitectura habitacional permanente.[4] Estos requerimientos se desarrollaron en paralelo al empleo de las tinajeras o vanos abiertos en un muro de la vivienda, generalmente en la sala o «principal» con rejas por ambos lados donde en el suelo se disponían las tinajas. En un travesaño alto se colgaba una piedra volcánica para destilar el agua adquirida a los aguateros y proveniente de la pila en la plaza mayor y que era aquella utilizada para beber, constituyendo un importante elemento arquitectónico de distinción en las casas de morada principales.[5]

Las casas de morada altas y su relación con las «casas pequeñas» y los «cuartos de al lado»

Desde el último tercio del siglo XVI hasta el destructor seísmo de 1687, la ciudad fue creciendo en pobladores y consecuentemente, en número de casas de morada. En general estas no se construyeron todas de una vez, sino con sucesivas adiciones y modificaciones a partir de la disponibilidad económica de sus dueños o de las refacciones necesarias como consecuencia de los seísmos o por razones familiares, económicas o sociales. Estos contextos generaron una notable diversidad de propuestas y soluciones espaciales, frente a una homogeneidad edificatoria en materiales y técnicas constructivas.

Las viviendas más elementales fueron los callejones de cuartos, que coexistían con casas de pequeñas dimensiones de un piso y con otras medianas a veces con bajos y altos. Destacaban en la trama urbana las casas principales, habitadas por una sola familia o por varias, que ostentaban dos pisos. Estas casas eran más que una vivienda para sus propietarios, ya que podían ser lugares de trabajo, o generar ingresos por el alquiler de partes de esta, como las tiendas fronteras a la calle, las carroceras, algunas habitaciones o el arrendamiento de toda la planta baja.

Si bien hay una diversidad de diseños, de manera general se puede determinar que contaban con un zaguán con puerta de madera hacia la calle, con habitaciones colaterales al mismo que podían ser tiendas de alquiler, carroceras o aposentos de la casa. Como las viviendas se edificaban partiendo de los muros perimetrales hacia el centro, el espacio remanente conformaba el patio, que servía de circulación e iluminación. Las crujías laterales solían contener las cámaras, recámaras, algunas veces la trascámara, así como la «cuadra» o comedor, la caja de la escalera al segundo piso y eventualmente un estudio u oratorio. La sala o principal solía ser una habitación dispuesta transversalmente, dejando a un lado un espacio de comunicación o callejón que conducía al traspatio y a las habitaciones de servicio tales como la cocina, amasijo, despensa, cuartos de la servidumbre, corral y caballeriza. En ciertas viviendas este segundo espacio abierto era una pequeña huerta o un jardín.

Los segundos pisos podían superponerse a las habitaciones del primer nivel u ocupar solamente la crujía frontera a la calle, ya que contar con una fachada de dos pisos era un importante símbolo de prestigio social. Esto generó que varios propietarios alquilaran todo el primer piso a uno o varios inquilinos generando las «casas pequeñas» insertas dentro de la casa principal o «los cuartos de al lado» cuando se trataba solamente de rentar una o dos habitaciones. Los propietarios se trasladaron a los segundos pisos constituyendo una vivienda independiente con sus dependencias de servicio, pero compartiendo con los otros moradores el zaguán, el patio y eventualmente, el traspatio.

En los segundos pisos fue necesario generar espacios de circulación para acceder a las distintas habitaciones. Esto se logró mediante la construcción de corredores techados superpuestos en ambos niveles, sustentados en pilares de ladrillos o bloques de pie-

Figura 1. Planta interpretada y representada gráficamente de la casa de morada de Juan Cadalso Salazar. Archivo General de la Nación, Lima. Escribano Blas Hernández, protocolo 94, folios 323 al 327v. 19 de julio de 1583. (Negro y Amorós 2025)

dra y rematados en arcos generalmente de medio punto. Desde mediados del siglo XVII y debido a los movimientos telúricos, los corredores de los segundos pisos fueron resueltos con pies derechos o alternativamente con columnas de madera y capiteles de zapata, desplazando de este modo la obra de albañilería por la de carpintería.[6] Algunos espacios de circulación de menor tránsito, denominados con frecuencia pasadizos, como aquellos de acceso a los servicios o a la azotea, fueron en voladizo y apoyados sobre la prolongación de los cuartones de las habitaciones.

Las cimentaciones

Estas constituían el soporte estructural de la vivienda y eran muy importantes por la sismicidad del suelo, las filtraciones de las aguas de las acequias de riego y las tuberías del alcantarillado. Para dicha finalidad debía excavarse una zanja con una profundidad variable que se extendía hasta hallar suelo consistente o cascajo, lo que solía estar alrededor de los 6 palmos de profundidad (1,20 m).[7]

El ancho de la zanja para un muro de adobe y medio debía ser de una vara y tercia o una vara y cuarta (1,04 a 1,11 m) y para el muro de un adobe una vara de anchura (83,4 cm). La intención era que quedara una sexma de vara (13,9 cm) de cepa libre a cada lado para sobreponer el sobrecimiento que tendría el ancho del adobe o adobe y medio a ser asentado.[8]

El cimiento debía macizarse con una mezcla de piedra de río o de cerro y barro o alternativamente con una mezcla de mortero de cal y arena con el agregado en algunos casos de ripio de ladrillo, dejándolo una sexma más bajo que el nivel del suelo. El sobrecimiento solía tener de alto desde dos tercios de vara (55,6 cm) hasta una vara o más y era resuelto con piedras de cerro angulosas asentadas con mortero de cal y arena.

La fábrica de los cerramientos verticales

Los muros de adobes

En el primer nivel y encima de los sobrecimientos, los adobes eran dispuestos con mortero barro entre las juntas. Cada adobe fue colocado adyacente con los otros siguiendo un aparejo incierto o irregular, que solo procuraba el arriostre entre cada unidad constructiva. No se pretendía ningún diseño particu-

lar —como de soga o tizón— en los paramentos, porque acabarían enlucidos y blanqueados. Cuando el muro soportaba una carga adicional, era reforzado con rafas de ladrillos asentados con mortero de cal y arena: «... he de hacer debajo de la madre donde está el puntal una rafa de ladrillo de vara y medio de ancho que tome todo el hueco de la pared»[9]. Los seísmos obligaron a plantear refuerzos en los sectores que presentaban fallas en la estructura y generaban su colapso. Por esa razón incluyeron pilares de ladrillos con mortero de cal y arena entre las juntas, en las cuatro esquinas de las crujías, así como en las jambas de los vanos. Dichos pilares fueron edificados en cada esquina desde el sobrecimiento hasta el extremo superior de los muros. En el caso de los vanos, los pilares solo llegaban hasta debajo de los dinteles.[10] Adicionalmente, construyeron arcos y sobrearcos ciegos sobre los dinteles, ya fueran de ladrillos o de adobes. Otra solución fue la de incorporar unas «llaves de madera» en las esquinas o junta de las paredes para que estas quedaran fortalecidas.[11]

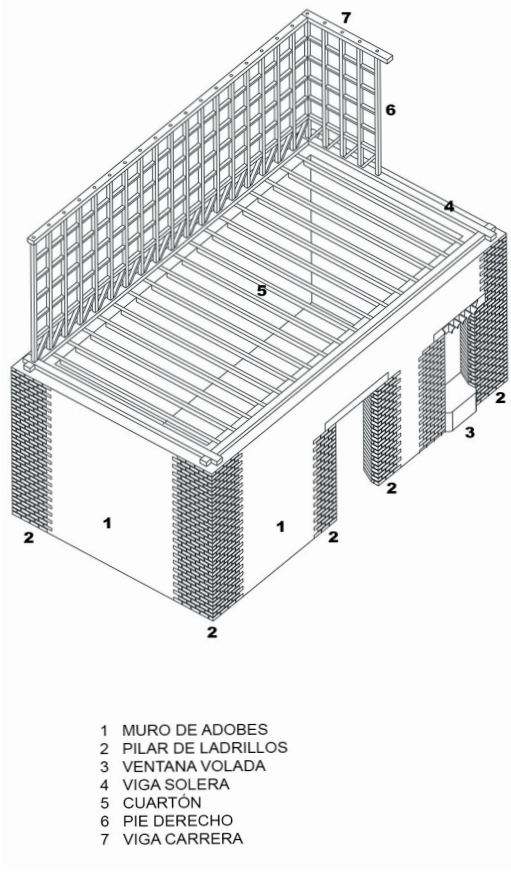


Figura 2. Representación ideal de la sala baja de una casa de morada del siglo XVII sobre la base de la interpretación de los conciertos notariales del Archivo de la Nación, Lima. (Negro y Amorós, 2025)

En el segundo nivel usaron las paredes de un adobe de ancho[12], es decir, de alrededor de 0,55 m. Sin embargo, no hay referencias del empleo de ninguno de los refuerzos que fueron aplicados en los muros del primer nivel. Ciertamente, las casas de morada con segundos pisos construidos con adobes de alrededor de 55 x 24 x 12 cm, fueron las más afectadas durante los sismos, tanto por el desmesurado peso, como por la falta de una estructura idónea.

Los tabiques acitarados

Para los segundos niveles fueron empleados entramados estructurales de madera escuadrada, que era rellenada de ladrillos con mortero de cal y arena entre las juntas. Se trataba de una técnica constructiva proveniente de la Antigüedad europea clásica. No obstante, el propio Vitruvio denostaba de ella en su tratado (1997, 71). Sustentaba su crítica en lo inflamable de la madera y en su escaso arriostre con los ladrillos, que generaba fisuras y grietas en el acabado. Pese a ello, era una solución poco costosa que siguió empleándose. Para el siglo XVI estaba en plena vigencia en España y así continuó por dos siglos más, hasta caer en desuso por los desastres generados, como el incendio de la plaza mayor de Madrid (Hueto, Mileto y Vegas 2023, 411).

Estas citaras o tabiques acitarados se construían sobre los muros de adobes del primer nivel o de lo contrario, encima de una viga madre que lo sustentase. La constitución del entramado contemplaba una viga carrera y otra solera, con una sucesión de pies derechos que reiteraban la separación entre los cuartones que conformaban el techo del primer nivel. Dicha separación era de alrededor de media vara o unos 0,41 m (San Cristóbal 2003, 557). Esta conformación permitía la continuidad estructural entre elementos horizontales y verticales, la misma que era reiterada en los cuartones del techo del segundo nivel. Los ensambles entre vigas soleras, pies derechos y vigas carreras se hicieron a caja y espiga. La caja era perfora-

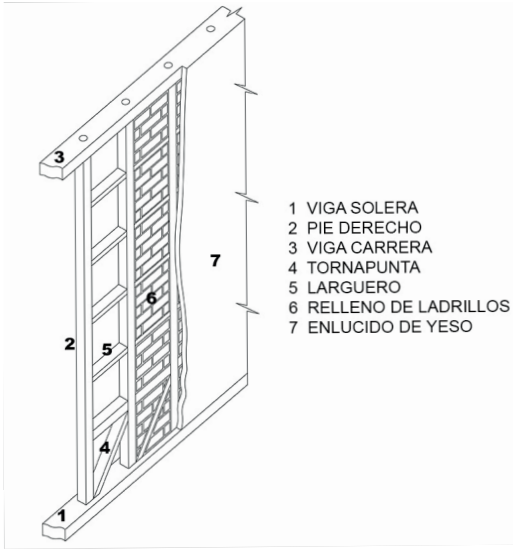


Figura 3. Representación ideal de un tabique acitarado del siglo XVII a partir de la interpretación de los conciertos notariales del Archivo de la Nación, Lima. (Negro y Amorós, 2025)

da en las vigas y para la espiga se entallaban los extremos del pie derecho. Entre cada pie derecho se incluyeron largueros que los arriostraban, los mismos que eran fijados por medio de clavos lanceros. El cuadrilátero inferior del entramado podía ser estabilizado con el refuerzo adicional que le brindaba una diagonal o tornapunta de madera.[13]

Los tabiques de madera

La estructura entramada permitía diferentes soluciones para cerrar los espacios entre vigas, pies derechos y largueros. Una opción era descartar los ladrillos y colocar tablas en su lugar, de forma tal que podía ser utilizado entre habitaciones de importancia como la sala y el escritorio.[14] Es probable que el acabado final haya sido resaltado con alguna labor de entalladura. Inclusive, las tablas también podían ser usadas para los tabiques que conformaban habitaciones para el servicio: «poniendo el carpintero dos telares para que se armen los dichos tabiques y los enmaderados han de ser llanos labrados y entablados de junta llana».[15]

Los tabiques de quincha

Alrededor de los 3000 años a.C. en la costa del Antiguo Perú se construyeron tabiques estructurados con madera en rollizo, cañas y enlucido de barro (Shady y Cáceda 2008, 21), como muros de las edificaciones de un solo nivel. Se trataba de un procedimiento constructivo que también se usaba en otras latitudes de Centroamérica bajo el nombre de bahareque, por lo que no resultó novedoso a los ojos de los occidentales cuando arribaron al Perú. El cronista Bernabé Cobo señaló se conocía con el nombre de «quencha» (1956, 240) y que era empleado para las paredes de casas muy humildes, habitadas generalmente por pescadores. Las referencias sobre su uso en las moradas virreinales de este periodo no son abundantes: «he de hacer una pared de quincha de tabla y barro en la dicha azotea.»[16] Si bien empleaba el vocablo, no indicaba el uso de cañas. Por el contrario, en 1656 el artífice Francisco de Ibarra se comprometía a: «dividir la cocina y un aposento con telar de caña».[17] Este uso limitado revela dos indicadores: estaba destinado para habitaciones de servicio y las cañas formaban parte de un entramado de madera escuadrada. Todo cambió luego del seísmo de 1687, que produjo

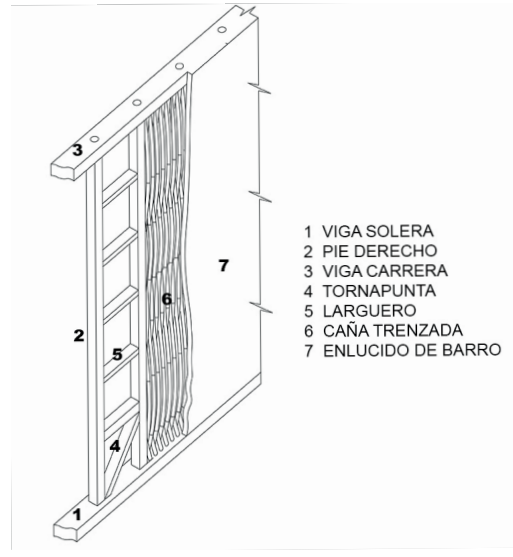


Figura 4. Representación ideal de un tabique de quincha del siglo XVII sustentada en la interpretación de los conciertos notariales del Archivo de la Nación, Lima. (Negro y Amorós, 2025)

el colapso de la mayoría de las fábricas limeñas. Este hecho empujó a toda la población a morar en improvisadas construcciones hechas de quincha, incluyendo al propio virrey duque de la Palata. Él y su familia moraron en la plaza mayor de la ciudad más de cuatro meses, en precarias habitaciones hechas de cañas, tan igual que todos los vecinos (Fernández 1688, citado por Seiner 2009, 347). A partir de ese momento, la quincha fue aceptada y desplazó por completo a los tabiques acitarados y a los de madera.

Los enlucidos y el acabado final.

Los materiales empleados para el revocado de los cerramientos verticales variaban de acuerdo con el procedimiento constructivo utilizado. Fue así como los muros de adobe y los eventuales pilares de ladrillo de refuerzo, fueron enlucidos: «con cuatro capachos de arena y dos de cal y dos de tierra»[18]. La última parte consistió en blanquear todos los paramentos interiores con lechada de cal. Cuando la mezcla del enlucido era rojiza por la adición de polvo de ladrillo, se indicaba que la pared quedaba: «enlucida y blanqueada y almagrada».[19]

Los tabiques acitarados solo estaban enlucidos con yeso[20], lo que debió causar agrietamientos por los cambios de temperatura en la dilatación de materiales tan disímiles. Ese mismo efecto o peores, debieron ocasionar los movimientos telúricos. Por otra parte, los tabiques de quincha mantuvieron la ancestral costumbre de ser enlucidos con barro. Este rústico acabado fue modificado en las construcciones posteriores a 1687.

Escaleras y solado de pisos

La escalera principal de las moradas se desarrollaba alrededor de los tres muros de la caja que la confinaba, de forma tal que podía constar hasta de tres tramos y dos mesetas para salvar la altura entre ambos niveles. El ancho de la caja, que podía superar las seis varas (5,00 m), posibilitaba que cada tramo pudiese alcanzar las tres varas de ancho (2,50 m). Era una práctica común que el primer tramo de la escalera se construyese con adobes y los restantes tramos podían ser indistintamente de adobes o de ladrillos, sustentados tanto en vigas madres de madera, como empleando bóvedas rampantes de ladrillos o apoyándose en los muros que los delimitaban.[21] Esta solución posibilitaba la inclusión de una pequeña habitación debajo de la escalera que era utilizada como letrina o alternativamente como despensa. La entrega de la escalera en el segundo nivel se estructuraba por medio de una viga madre. Los pasos de adobes se revestían con ladrillos raspados y debían tener el contrapaso que no excediese una sexma de vara (13,9 cm). Para mantener la integridad de los bordes, estos se guarnecían con mamperlanes de madera con el corte al sesgo.[22] Los pasamanos eran sencillos muros bajos, generalmente de ladrillos con una moldura redondeada en la parte superior.

Cuando la morada se organizaba en dos patios, el traspatio podía contar con una escalera de servicio, abierta y sin techar. En esos casos se desarrollaban en un solo tramo y muchas veces solamente estaban construidas con adobes.

El solado de los pisos era variable y dependía de la importancia de la habitación. Así, las habitaciones de servicio o el suelo de las casas modestas podían estar constituidos de tierra apisonada. La otra opción fue enladrillar los suelos, que podía tratarse del ladrillo tosco que se obtenía de ladrilleras y se destinaba a las habitaciones de servicio. Los ladrillos raspados y revocados, que eran alisados en obra antes de ser asentados, ofrecían la alternativa apropiada para las salas, cuadras, cámaras, recámaras, estudios y oratorios.[23]

Puertas y ventanas

La puerta principal de acceso desde la calle era de madera con tableros moldurados, con uno o dos postigos. La superficie exterior estaba usualmente decorada con clavos de bronce, quicialeras y aldabas. Tenía un ancho que se aproximaba a los 2,80 m y una altura promedio de 3,75 m para poder facilitar el ingreso de los carruajes, que eran un símbolo de distinción social.[24]

Estas contaban con una portada de ladrillo delimitada por pilastras de ladrillo y en ciertos casos con columnas de piedras de Panamá. En el segundo cuerpo era usual disponer una ventana rasa con pilastras colaterales que iluminaba la sala alta.

El zaguán estaba separado del patio mediante un arco carpanel de ladrillos y de manera similar, cada

extremo del callejón contaba con un arco diafragma de medio punto de ladrillos. En el interior de la vivienda los vanos tenían las jambas derramadas con puertas o puertas-ventanas con tableros moldurados, guardapolvo y dinteles de madera. Las ventanas hacia el patio o el traspatio o entre habitaciones podían ser puertas-ventanas, ventanas rasas o también ventanas de luz.

Las ventanas sobre el frontispicio eran generalmente de estrado y voladas, sobresaliendo de la rasante del muro sobre la calle un cuarto de vara (20,8 cm). Estas se organizaban en peinazos con andanas de balaustres y postigos interiores de madera. Estas ventanas eran usuales también en la sala orientada hacia a la huerta o el jardín posterior.

En algunas de las casas de morada que se erigieron en la intersección de dos calles, se dispusieron en los segundos pisos las «ventanas de esquina» o ventanas con ajimez, colocadas en ángulo recto en los dos frentes de la casa, con un pilar de ladrillo o una columna de piedra en la esquina, sobre los que se disponían los dinteles de madera, denominados «umbrales». Los vanos solían tener en el antepecho andanas de balaustres, mientras que las fenestraciones exhibían celosías caladas.[25]

Los balcones abiertos y cerrados

Entre los elementos que integraban el ascendiente social del propietario se hallaban contar con una casa de morada con dos pisos sobre la calle y que esta tuviese una portada de dos cuerpos sobre la cual, de ser posible, se exhibiese el escudo familiar. Otro elemento de distinción eran los balcones sobre la fachada. Hasta la primera década del siglo XVII los balcones fueron abiertos y con un volado suficiente para que cupiese una silla atravesada. Estos se apoyaban sobre la prolongación de los cuartones de las habitaciones de las crujías fronteras a la calle. Cada dos cuartones se erigía un pie derecho con capitel de zapata, que a su vez contenía el tablero del antepecho casi siempre calado y sustentaba la cubierta plana de madera que generaba la necesaria sombra y protección.[26]

A partir de inicios del siglo XVII comenzaron a construirse los balcones cerrados o de cajón. La fuente documental más antigua compulsada corresponde a 1610 en la cual se expresa que: «... he de hacerle una caja de balcon ... de cinco varas de largo y dos y tres cuartas de alto ... ha de tener siete canecillos abiertos ... y cuatro paños de celosías ...».[27] Estos se difundieron prontamente en las casas de dos pisos de la ciudad.

La carpintería fue trabajada con madera de roble, con longitudes que variaban entre las tres y las cinco varas (2,50 a 4,20 m) y con un voladizo de alrededor de una vara y tercia (1,10 m) para que se pudiera colocar una silla atravesada con la finalidad que los moradores contemplasen la calle y los eventos sociales o religiosos que sucedían en estas. La altura se situaba entre las tres y media y las cuatro varas (2,80 a 3,30 m). Estos se apoyaban sobre los canes que se prologaban de los cuartones de la cubierta de la habitación sobre la crujía frontera de la vivienda o en caso de ser una casa en esquina, por la prolongación de los cuartones de la habitación inmediata posterior. Sobre estos se erigieron los pies derechos entre los cuales se dispusieron los tableros llanos, calados o «de canutillo», encima de los cuales fue colocada una hilera de «jarrillas» o balaustres cortos. La fenestración estuvo formada por una celosía con un entramado de varillas de cedro, encima de la cual se dispuso una o dos andanas de balaustres para la iluminación, cerrando el balcón con una cubierta plana de canecillos y entablado con junta encabalgada. El piso del balcón solía tener un entablado o un solado de ladrillos. Encima de la cubierta se disponía una alcatifa de hojas de plátano, que a su vez recibía los ladrillos pasteleros asentados con mortero de barro.[28]

Las techumbres

La costa peruana es un territorio árido, transversalmente surcado por ríos que generan valles, como el del río Rímac donde se encuentra la ciudad de Lima. Las precipitaciones lluviosas rara vez se presentan y de hacerlo, se trata de lloviznas poco significativas, lo que hace innecesarias las pendientes en las coberturas, transformándolas en totalmente planas. Por otra parte, fueron muy raros los casos de bóvedas en las viviendas y en general, las coberturas curvas quedaron destinadas a cubrir los tramos de las iglesias y capillas, los rincones de los claustros o los aljibes subterráneos.

La techumbre de cuartones

Las habitaciones más importantes de las casas de morada principales poseían anchuras que no sobrepasaban las ocho varas, equivalentes a casi de 6,70 m. En consecuencia, esta luz libre permitió estructurar las coberturas de todas las habitaciones sobre la base de una sucesión de vigas o cuartones de sección ligeramente rectangular. Así, para cubrir un zaguán se usaron cuartones de: «...una cuarta de peralte de alto y sexma de grueso»[29] es decir aproximadamente de 21 cm de peralte y 14 cm de grueso. La distancia entre un cuartón y el siguiente era de unos 0,41 m cuando se construían habitaciones encima, pero aumentaba a 0,45 si sobre ellas se disponía solamente una azotea. En líneas generales y cuando se trataba de una habitación importante, el encuentro entre los muros y los cuartones era cubierto por una tabica o arrocabe que iba de cuartón a cuartón. De esta manera quedaba definida una separación horizontal entre un elemento estructural y el otro, que se acentuaba por la incorporación de una tocadura o moldura debajo de los cuartones y tabicas.

Era común emplear una sucesión de canes a cada extremo de la luz libre para reducir la sección de los cuartones con un evidente ahorro del costo. Además, cada can era entallado con molduras y uno de los acabados más recurrentes era el denominado «boca de vieja»,[30] que de perfil se apreciaba como dos medios círculos superpuestos, el inferior retrasado con respecto al superior. Debajo del can a veces era colocada otra ménsula de menor voladizo o en disminución, que era llamada socan.

Sobre los cuartones solían asentarse tablas que longitudinalmente podían corresponder a una junta llana, cuando los bordes estaban medianamente alisados y se adosaban las piezas; o a una junta encabalgada, cuando en los bordes se practicaba un destajo a media madera que calzaba con la siguiente pieza. Como las uniones de las tablas con los cuartones no eran perfectas por haber sido cortadas con herramientas manuales, se hizo preciso el empleo de tapajuntas llamadas saetines, que muchas veces seguían el contorno de una moldura. Esto mismo podía suceder cuando la junta llana de las tablas era imperfecta en su unión. Entonces la tapajunta era denominada cinta, porque correspondía a un listón de sección rectangular. Esta solución era frecuente y se denominaba armadura con cuartones de cinta y saetín.

Si la techumbre estructuraba el piso de un segundo nivel, las tablas podían constituir el suelo de las habitaciones. Pero se prefería una solución mucho más elaborada, que incluía el uso de una alcatifa sobre la que asentaban ladrillos raspados y revocados con una mezcla de cal y arena. En las alcatifas se podían colocar desde esteras de carrizos hasta hojas de plátano.[31] Sobre esas fibras vegetales se vertía una masa espesa que constituía la torta de barro, que contenía tierra arcillosa y pajas cortas trituradas para que no se resquebrajase. Inclusive, se documenta en determinadas viviendas la adición de estiércol en la mezcla para su mejor consolidación.[32]

En caso de tratarse de la última cobertura y sobre ella solo había una azotea, encima de la alcatifa se disponía una gruesa torta de barro con pajas trituradas. En algunas viviendas se documenta que se asentaba una capa de cal mezclada con tierra por estar descubierta a las eventuales lloviznas invernales.

Es importante señalar que encima de los cuartones también podía prescindirse del entablado y colocar directamente esteras tejidas de carrizo con la mezcla de barro sobre éstas. Ciertamente se trataba de una solución económica, pero de apariencia bastante modesta. A pesar de ello, su uso se extendió en ciertas viviendas hasta las habitaciones más importantes de las casas principales. La alternativa de los cuartones, que resultaban costosos por ser madera foránea, fue el empleo de otros elementos en rollizo, como las cañas[33] o los mangles.[34] Por lo común estaban destinados a cubrir las habitaciones de servicio, y encima de ellas se disponían las esteras de carrizo y el barro.

En paralelo con la tecnología de los cuartones, existió otra forma de estructurar las techumbres y se refería al uso de vigas madres y cuartoncillos. Las madres se colocaban paralelas al lado más corto de la habitación dividiendo el espacio en partes iguales. Los cuartoncillos se disponían transversales a las madres, generando una tupida trama estructural. No obstante, este método estuvo exclusivamente reservado para cubrir las habitaciones de uso común en las casas religiosas, como la sala capitular, refectorio y capillas. Eran espacios de mayores dimensiones que cualquiera de las usadas en las moradas. La destrucción ocasionada por el seísmo de 1687 hizo que los artífices lo aplicaran intensivamente en el siglo siguiente en las cubiertas de las viviendas principales, en desmedro de la techumbre de cuartones que cayó completamente en el desuso.

Conclusiones

El diseño de las casas de morada en Lima estuvo en constante evolución debido a la paulatina consolidación política del Virreinato del Perú, el aumento del número de pobladores que conformaron familias, el poder adquisitivo de los comerciantes, hacendados y propietarios de explotaciones mineras y las reconstrucciones de diversa magnitud luego de los frecuentes movimientos telúricos.

El trazado inicial en manzanas cuadradas con cuatro solares en cada una de ellas, fue rápidamente alterado con ventas y cesiones diversas que originaron lotes dispares entre sí. El diseño de las viviendas fue muy variado, ya que se erigían en sucesivas etapas y con diversas modificaciones a través del tiempo, por lo que no es posible señalar una tipología más allá de la marcada tendencia a que las habitaciones estuviesen organizadas alrededor de patios.

Los materiales constructivos disponibles generaron una homogeneidad en las tecnologías utilizadas, que dieron como resultado la organización de las habitaciones que componían las viviendas en crujías alargadas. Las diversas calidades en las viviendas dependían de su tamaño, de la organización en uno o dos pisos, del empleo de ciertos elementos complementarios como las cámaras con recámaras y trascámaras, de la disponibilidad de las tinajeras, de la existencia de una carrocera, de tener una portada hacia la calle y que el frontispicio ostentase balcones abiertos o cerrados.

En lo constructivo, si bien iniciaron con edificaciones pesadas, resueltas con adobes de dimensiones importantes, los frecuentes terremotos los obligaron a decantarse por estructuras más livianas con tabiques acitarados provenientes de la península ibérica, los cuales en breve se fusionaron con técnicas constructivas prehispánicas locales que utilizaban las cañas y los carrizos. Desde el primer tercio del siglo XVII generaron los paneles de quincha, un sistema constructivo que continuó en uso en la ciudad de Lima hasta su prohibición por el Cabildo en 1911.

Las experiencias empleando tortas de barro para el acabado final de las alcatifas en los techos, evolucionaron hasta incorporar paja y estiércol que evitaban fisuras y rajaduras. Luego del seísmo de 1687 el revestimiento de barro arcilloso con pajas trituradas fue incorporado al recubrimiento de los paneles de quincha. Esa torta de barro aplicada verticalmente recibió un enlucido final de yeso que aislaba sus componentes y recordaba el acabado final que habían tenido en su momento los tabiques acitarados. Esta gruesa capa de yesería fue un ardid que ocultaba su modesto interior.

Las construcciones a partir de 1620 tuvieron un importante cambio en la mano de obra que las edificaba, ya que de una casi total dependencia de los albañiles se pasó cada vez más a trabajos especializados de carpintería, en particular en los segundos pisos. Si bien las diversas propuestas constructivas fueron foráneas, los alarifes y maestros limeños lograron adaptarlas exitosamente empleando los materiales constructivos disponibles, con notables aportes e ingeniosas soluciones, como la de emplear las tiras de cuero sin curtir para fijar las cañas en los tabiques de quincha o para empalmar las vigas soleras.

Las techumbres de cuartones identificaron a las coberturas de moradas de los siglos XVI y XVII, pero luego de 1687 fueron abandonadas y reemplazadas por estructuras con vigas madres y cuartoncillos que garantizaban mayor estabilidad frente a un movimiento telúrico. Este otro sistema constructivo requería un mayor volumen de madera y era considerablemente más oneroso. Si bien el producto final era mucho más elaborado, su alto costo inicialmente solo fue asumido por las comunidades religiosas, pero soslayado por los vecinos comunes. La pérdida de vidas y la destrucción ocasionada por los terremotos, obligó a los limeños a replantear el presupuesto que destinaron a la reconstrucción bajo los términos de una mayor seguridad.

Notas

1. Libros de Cabildos de la ciudad de Lima (en adelantes LCL), Libro 3 (1548-1553), f. 68.
2. LCL, Libro 1 (1534-1539), f. 30 y Libro 17 (1616-1620), f.111.
3. LCL, Libro 17 (1616-1620), f. 231 v.
4. LCL, Libo 14 (1606-1609). Una paja de agua es una medida antigua de aforo que equivalía a la decimosexta parte del real de agua o poco más de dos centímetros cúbicos por segundo.
5. AGNL. Escribano Juan de Valenzuela. 1628, prot.1919, f.882.
6. Archivo General de la Nación de Lima (en adelante AGNL). Escribano Bartolomé de Toro. 1639-1640, prot.1878, f.51.

7. Las unidades de medida empleadas en Lima durante el siglo XVII eran la vara castellana (equivalente a 83,4 cm); el pie o tercia (27,8 cm); el palmo o cuarta (20,8 cm) el jeme o sexma (13,9 cm) y la pulgada (2,32 cm).
8. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado. 1632, prot.1231, f.860.
9. AGNL. Escribano Pedro Juan Rivera. 1612, prot. 442, f.445.
10. AGNL. Escribano Juan Bautista de Herrera. 1648, prot. 894, f.1665v.
11. AGNL. Escribano Pedro Juan Rivera. 1612, prot.1611, f.453.
12. AGNL. Escribano Diego Sánchez Vadillo. 1622, prot. 1751, f.2445v.
13. AGNL. Escribano Francisco Muñoz. 1649-1650, prot.1182, f.5.
14. AGNL. Escribano Juan Gutiérrez. 1584, prot.75, f.597.
15. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado. 1636, prot. 1237, f.1024.
16. AGNL. Escribano Cristóbal de Aldana, 1633-1634, prot.80, f.333.
17. AGNL. Escribano Joseph de Ovalle. 1656, prot.1349, f.537.
18. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado. 1631, prot.1231, f.860.
19. AGNL. Escribano Francisco González Balcázar. 1621, prot.769, f.1172.
20. AGNL. Escribano Cristóbal Rodríguez. 1639, prot. 1650, f. 345.
21. AGNL. Escribano Cristóbal Aguilar Mendieta. 1596-1597, prot.4, f.1120v.
22. AGNL. Escribano Blas Hernández. 1583, prot.94, f.323.
23. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado. 1631, prot.1231, f.860.
24. AGNL. Escribano Juan de Valenzuela. 1623, prot. 1940, f.596.
25. AGNL. Escribano Diego Cornejo Martín. 1592, prot. 24, f.93.
26. AGNL. Escribano Juan Bernardo de Quiroz. 1609, prot.226, f.354.
27. AGNL. Escribano Francisco González Balcázar. 1610, prot. 758, f.794v.
28. AGNL. Escribano Cristóbal Barrientos. 1626, prot.183, f.62.
29. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado. 1636, prot.1237, f.1024.
30. AGNL. Escribano Sebastián Ortiz, 1652, prot.1330, f.527
31. AGNL. Escribano Juan de Sobares. 1637-1648, prot.1828, f.15.
32. AGNL. Escribano Bartolomé de Cívico. 1625-1627, prot.320, f.655.
33. AGNL. Escribano Diego Nieto Maldonado, 1608-1609, prot.1198, f.584.
34. AGNL. Escribano Francisco Holguín, 1653, prot.943, f.27v.

Lista de referencias

Bromley, J. y J. Barbagelata. 1945. *Evolución urbana de Lima*. Lima: Lumen.

Cobo, B. 1882. *Historia de la fundación de Lima*. Lima: Imprenta Liberal.

Cobo, B. 1956. *Historia del Nuevo Mundo*, vol. II. Madrid: Biblioteca de Autores Españoles.

Hueto, A.; C. Mileto y F. Vegas. 2023. Muros mixtos de tierra y madera: orígenes, evolución y abandono del sistema en España. En: *Memorias del Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra.* Editado por SIACOT, 20: 404-416.

San Cristóbal, A. *La casa virreinal limeña de 1570 a 1687*, 2 tomos. Lima: Congreso del Perú.

Seiner, L. 2009. *Historia de los sismos en el Perú. Catálogo: Siglos XV-XVII* Lima: Universidad de Lima.

Shady, R. y D. Cáceda. 2008. *Áspero, la ciudad pesquera de la civilización Caral*. Lima: Zona Arqueológica Caral.

Sistemas constructivos para el manejo de agua en el antiguo convento de las Capuchinas en Querétaro México

Tarsicio Pastrana Salcedo

A continuación, se presenta el resultado del trabajo de campo realizado en sitio desde 2023, a partir del registro de los vestigios y la formulación de hipótesis de funcionamiento, considerando los sistemas constructivos y la interacción de los sistemas hidráulicos legibles actuales en el antiguo convento de las Capuchinas en Querétaro, **México**, por medio de nubes de puntos que permitieron realizar modelos virtuales para proponer hipótesis de funcionamiento, diseño y construcción; esta información fue complementada con documentos del periodo de análisis que muestran las transformaciones que el edificio tuvo a lo largo de 164 años. De esta manera se coadyuva a su conservación a través del registro detallado de los vestigios que sobreviven entre las nuevas funciones del espacio arquitectónico, proporcionando directrices que pueden ser utilizadas en el presente para la intervención de espacios similares.

Metodología y justificación

En una primera etapa se explica la historia para caracterizar el sitio y para exponer una de sus cualidades que es el estado de conservación. En la segunda etapa se aborda la importancia del registro para la conservación del patrimonio arquitectónico a partir del conocimiento de los valores inmateriales implícitos en el objeto arquitectónico. En este caso también se ponderan las técnicas de levantamiento para obtener los datos hipotéticos de las construcciones respecto al funcionamiento hidráulico. Esta información enmarcada en una transferencia tecnológica del pasado al presente de ciertos funcionamientos puede ser utilizada en la época actual para comprender su mínimo impacto hacia el medio ambiente y los hallazgos que se obtuvieron en cuestión de funcionamiento hidráulico. La revisión de documentación histórica se basa en dos preclasificaciones, las que son relativas al agua en la época de estudio considerando la evolución que ha tenido en el tiempo, como punto de partida temporal se tiene la etapa de fundación del convento del siglo XVIII, analizando la documentación se puede tener un parámetro de cómo se utilizaba la arquitectura hidráulica. El segundo punto tiene que ver con las especificaciones particulares del edificio, considerando la regla de la orden del siglo XVIII, correspondiente al tratado de Carlos Borromeo y a cartografías particulares, de la misma forma para el análisis de la evolución del espacio se cuenta con la historia reciente y las fotografías que aparecen desde el siglo XIX. Es importante mencionar el proceso de desamortización del siglo XIX y la documentación generada a partir de este periodo. La propuesta se fundamenta en la identificación de objetos de interés, para poder analizar el funcionamiento hidráulico y su objeto construido, se propone el levantamiento de información, la caracterización del objeto y la presentación de los

Tarsicio Pastrana Salcedo – Instituto Politécnico Nacional. Sepi, Esia Tec.

resultados; para efectos de esta comunicación se simplificará el proceso para acotarlo al alcance solicitado.

Caracterización de la ciudad de Querétaro y convento de las capuchinas

La ciudad de Querétaro se encuentra a 221 km al noroeste de la Ciudad de México, actualmente capital del país y en el pasado capital del Virreinato de la Nueva España; su posición estratégica en el Camino Real de Tierra Adentro, le permitió consolidarse como una ciudad de importancia en la región del Bajío Mexicano, esto se debió en gran medida a la ubicación en la mencionada ruta que permitía la circulación de mercancías, productos y suministros hacia los centros mineros de importancia como la Ciudad de Guanajuato.

Brading (1971,18) establece una relación entre la distancia y el costo de los suministros, considerando los cálculos de la época virreinal elaborados por Juan Antonio de Yermo en 1785, los cuales indican que las provisiones tenían que llegar de un radio menor a los 100 kilómetros, para evitar que fueran incosteables, "la demanda efectiva de productos agropecuarios estaba regida principalmente por los costos de transporte y por la importancia de los mercados urbanos", adicionalmente se debe considerar que las ciudades mineras se encuentran en sitios poco aptos para la producción de alimentos y manufacturas, por lo que la alta demanda de estos centros mineros tenía que ser cubierta por zonas externas. Este fue el caso de Querétaro que para el siglo XVIII se convirtió en uno de los principales proveedores debido a las planicies fértiles que rodean la ciudad y a los ríos que se encuentran en esta zona donde se desarrollaron centros productivos de manufacturas, aprovechando la fuerza hidráulica, así como haciendas para la producción de alimentos.

Cramausel (2006) profundiza cómo algunas ciudades mineras, dependientes del camino, se sostuvieron por el abastecimiento y la mano de obra de otras poblaciones a las que se les denomina "ciudades nodrizas". Actualmente tanto el centro histórico de la ciudad de Querétaro y algunas partes del mismo estado que incluyen el Camino Real de Tierra Adentro ostentan declaratorias como Patrimonio Cultural de la Humanidad por UNESCO.

En relación con las condiciones climáticas que son necesarias en el contexto del análisis sobre elementos arquitectónicos hidráulicos, la temperatura media en el estado de Querétaro es de 18°, según datos del INEGI, el promedio anual de precipitación es de 648mm, el periodo de lluvias se presenta principalmente en los meses de verano, de junio a septiembre, y dura aproximadamente seis meses, de mayo a principios de noviembre.

Gracias a las condiciones privilegiadas de su clima se consolida el desarrollo económico del siglo XVIII y repercute en las mejoras urbanas reflejadas de la misma forma en las fundaciones religiosas y en la infraestructura con que contaba la ciudad.

La elección del caso de estudio tiene que ver con la conservación de los elementos hidráulicos, situación que no es común, al ser estos objetos funcionales entran en esta categorización definida por Brandi (1977, 3) de objetos industriales, ya que su existencia depende del funcionamiento. Los objetos creados bajo una necesidad específica se vuelven vulnerables pues cuando esa necesidad desaparece o se transforma, se compromete su existencia. Para la conservación del caso analizado, se debieron dar condiciones específicas que serán mencionadas más adelante, pero que han permitido su estudio.

El convento de San José de Gracia fue fundado en 1721 en la ciudad de Santiago de Querétaro, en México, estuvo ocupado con su función original hasta 1861, a partir de ese año y derivado de su fraccionamiento tuvo diferentes usos, entre ellos hospital, escuela, oficinas y actualmente casa de cultura y museo. Este conjunto es considerado uno de los antiguos conventos mejor conservados y menos conocido. Gracias a su sobresaliente estado de conservación, es posible detectar diferentes sistemas hidráulicos que se construyeron desde su fundación y que han permanecido: el sistema de captación de agua de lluvia, la caldera, el sistema hidráulico de las tinas del baño (antiguamente llamadas placeres), las letrinas, cloacas, canales de alimentación, así como diversos depósitos de agua abiertos que interactúan entre sí (figura 1). Si bien ninguno de estos sistemas esta activo, es posible leerlos para mostrar el sistema completo, identificando sistemas constructivos, el funcionamiento original y vestigios, además de su interacción con pilas y fuentes que se conservan en su interior.

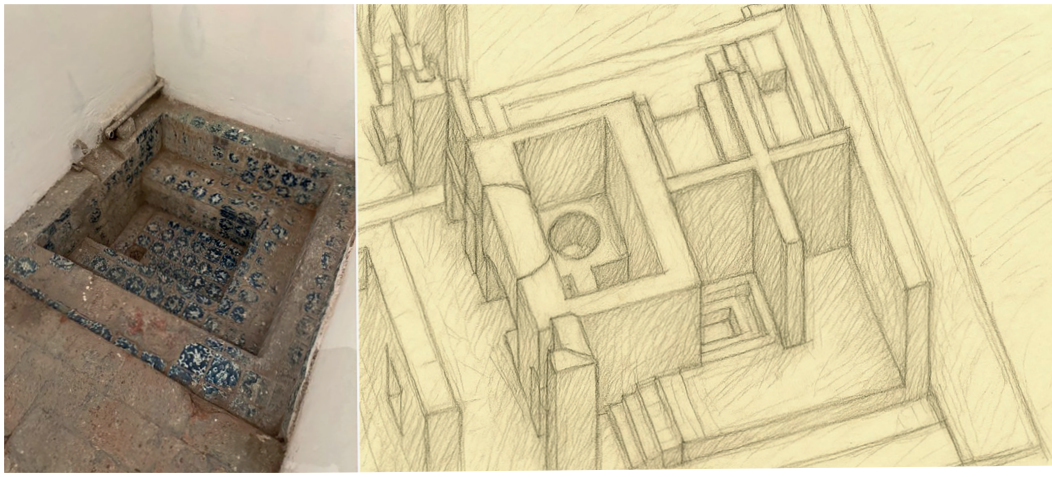


Figura 1. Antigua tina de baño perteneciente al convento, es posible apreciar un notable estado de conservación (Fotografía y croquis de Tarsicio Pastrana Salcedo, 2024)

El convento de estudio es el penúltimo en establecerse en la Ciudad de Querétaro en la época virreinal; a partir de las instituciones religiosas que se establecen en una ciudad, se puede inferir la importancia que ésta tuvo en el virreinato. La orden de Capuchinas es una orden religiosa de estricta observancia derivada de las Clarisas, como segunda orden franciscana. Las Clarisas viven en comunidad y en México son denominadas descalzas.

En cuanto a instituciones femeninas en Querétaro, Muriel (1991) menciona tres conventos y dos beaterios, de acuerdo a Amerlink (1995,210) y la misma Muriel (1991,149) la cédula de autorización es de Felipe V con fecha de 10 de marzo de 1717, la fundación formal fue el 8 de agosto de 1721; Amerlink (1995, 211) también menciona "este es uno de los edificios monjiles mejor conservados y menos conocidos". Sobre la arquitectura del convento Muriel (1991,149) describe: "Tres años después se había erigido ya un amplio y sólido convento donde todas las áreas eran comunes, donde no había celdas particulares, donde todo convergía en los claustros o daba a la huerta"

En 1867 se da la exclaustración de las monjas en el marco de las leyes de reforma, a partir de ahí el edificio se mantiene con diversos usos que permitieron de manera fortuita su supervivencia hasta el siglo XXI y presenta diversas características que permiten el estudio de elementos de tipo funcional, a diferencia de otros casos, por mencionar un ejemplo, dentro de la misma ciudad, el convento de las clarisas fue demolido casi en su totalidad.

El registro y la búsqueda de información histórica

El registro es la herramienta y la actividad por la cual se obtiene información del objeto, independientemente del análisis que se pueda realizar, es muy importante porque se exploran datos a partir de una toma neutral y se obtienen las características de los objetos para generar material que pueda ser estudiado y analizado para extraer esa información.

Esta actividad está especificada en diferentes cartas y documentos internacionales como uno de los puntos de partida de la conservación arquitectónica. En el caso de la historia de la construcción, fundamentada en los ejes de aproximación hacia el objeto en cuestiones técnicas constructivas, sociales derivadas de la producción del objeto, el registro permite tener una radiografía, si es válido el término del estado actual y a partir de ahí aproximarse a las zonas que se quieren detallar.

Chanfón (1995, 303) menciona: "El símil con la medicina es evidente, pues hay un paralelismo real entre las etapas de intervención en ambas profesiones" el instrumento de comunicación de estos análi-

sis son los registros intencionales, Chanfón (1995, 303) también lo hace notar: "La similitud se prolonga también hacia la necesidad de dejar constancia escrita y detallada del estado previo, del proceso y de los resultados obtenidos del tratamiento en cada intervención es lo que en medicina se llama historia clínica…"

Cualquier registro es un sencillo acto de conservación, especificando, como se ha dicho en otros trabajos, que esta documentación que se genera en muchos casos permite observar una progresión en el tiempo del objeto arquitectónico. De la misma forma, esta proyección puede realizarse a partir de registros de situaciones que ya no están en ese momento. Dicho de manera más clara, una serie de registros realizados en el tiempo nos permiten analizar la evolución de los objetos, porque de esa manera podemos observar su estado en el pasado.

En el caso específico de la ingeniería hidráulica, además de esta situación es importante al ser un elemento eminentemente funcional, analizarlo desde el punto de vista actual que en muchos de los casos ya no está en funcionamiento. Esta situación es de importancia porque permite hacer las hipótesis de cómo funcionaban las cosas, cómo dejaron de funcionar y qué se puede hacer para lograr su recuperación. También entramos en una circunstancia compleja y es que el patrimonio relacionado con el agua idealmente tendría que estar en funcionamiento, lo cual implica una serie de acciones de intervención para permitir que vuelva a contener agua y a mantener su funcionamiento.

Otro punto importante consiste en que el registro se convierte en una herramienta; concediéndole al objeto patrimonial un doble carácter, como objeto testimonio de la historia de la sociedad y como objeto con información contenida. En cuanto a la información contenida, es de dos tipos, la material y la inmaterial, en el caso de la material es la que se percibe en la existencia física del objeto a simple vista, es tangible, se utilizan los sentidos para detectarla; en el caso de la inmaterial, su identificación requiere de técnicas y análisis específicos, ya que es toda la información asociada al objeto; por ejemplo, en un sistema constructivo, se observa a simple vista la manera en que interactúan los materiales y de qué esta hecho, esta información seria material; adicionalmente se puede "leer" la procedencia del material, la manera en que se construyó, la sociedad que lo generó, el momento histórico social, en este segundo ejemplo se obtiene información intangible o inmaterial.

El registro o levantamiento de información en el objeto tiene que considerar esta doble naturaleza de la información para elegir las herramientas correctas en función de lo que se desea obtener, si bien en esta propuesta el registro se dirige a la información del funcionamiento hidráulico y a la manera en que este se construye, no se pueden pasar por alto las menciones a la información inmaterial, ya que el objeto patrimonial en su doble naturaleza, constituye la forma mediante la cual dicho conocimiento se transmite al futuro, en esta transmisión de conocimiento radica su carácter de herencia cultural.

Iniciar cualquier intervención con un registro es una práctica virtuosa que permite obtener información. Jokilehto (1986,271) menciona a Prosper Mérimée, inspector general de monumentos históricos entre 1834 y 1860 en Francia "Uno de los principios de Mérimée fue que toda restauración tenía que estar precedida de un cuidadoso registro y salvamento arqueológico"; de la misma forma Letellier (2007,13) menciona "La información del patrimonio es necesaria para adquirir conocimiento, comprender el significado y los valores, promover el interés y la participación, permitir una gestión informada y garantizar el mantenimiento y la conservación a largo plazo de los lugares patrimoniales" y agrega "también puede considerarse una especie de póliza de seguro contra la pérdida y un registro para la posteridad para las futuras generaciones".

Choay (2007,53) hace notar a los anticuarios, arquitectos y artistas que entre los siglos XVIII y XIX realizaron registros que "…hay que agregar a los artistas que contribuyeron al establecimiento de la iconografía de las antigüedades…Es el caso indiscutible de Peter Paul Rubens o Giovanni Piranesi. Y también sin duda del grabador Pietro Santi Bartolí, … De la misma manera, entre los arquitectos formados en la técnica de los levantamientos…"

A partir de la identificación del objeto como fuente de información viene la elección de las herramientas adecuadas para el levantamiento de datos, cabe mencionar que este proceso de obtención de información se enmarca en un reconocimiento que en la mayoría de las veces se realiza con métodos no invasivos, lo que permite preservar la integridad de la información en el monumento, considerando que es

la génesis del mismo, es decir, estos monumentos que podemos considerar no intencionales, son el vehículo por el cual se comunican las sociedades a través del tiempo, de ahí la importancia de elegir adecuadamente los métodos de levantamiento de información para que estos la preserven.

De la correcta elección de los métodos se derivan metodologías acuciosas que permiten el levantamiento de la mayor cantidad posible de información, además, también repercute en la calidad de los registros obtenidos. El registro meticuloso nos permite realizar comparaciones del estado del monumento en diferentes etapas históricas, al comparar levantamientos realizados a través del tiempo. Para poder realizar una comparativa a través del tiempo se recurre a información del pasado, menciones en los tratados correspondientes a la temporalidad, la información y crónicas específicas del edificio, también se tomará en cuenta dos textos canónicos que permitirán establecer generalidades y compararlas con lo existente, una es la obra de Carlos Borromeo[1] y la otra las reglas y constituciones de la orden.

Alonso (1989) analiza las instrucciones de Borromeo, que vale la pena recordar; sobre las letrinas, refiere que "deben ser en sitio oculto, de tal modo que tengan ciertos bancos: cada uno de los cuales, separados con algo intermedio interpuesto, presenten un exiguo apartamiento, en el cual se encierre la monja, para que no sea observada por los demás. El lugar de las letrinas no solamente debe estar cerrado, sino apretado, para que no esté al "alcance de la vista ni salga olor horrible".

Alonso (1989) también refiere que en el libro de Carlos Borromeo se encuentran descritos los siguientes espacios que tienen que ver con el agua: los lugares inferiores (comedor, cocina, lugar del aguamanil, lugar para lavar, peluquería) luego en los lugares separados como huertos y para los refectorios recomienda un pequeño patio con pozo". La cocina presenta mayores menciones a la arquitectura del agua, para "lavar platos, ollas o vajilla…", y además un corral con pozo, separado de todos los demás (lugares): de donde si se saca agua con tubos manejables, podrían emplearse o adaptarse canales de plomo o de madera, o de otro género, por los cuales, en la que sea necesario, indicando se conduzca el agua al lugar donde se lava y a la cocina.

Del lugar de la limpieza de las manos menciona: "el lugar del vaso o pila de agua, el cual llegan, antes que bendigan la mesa, las monjas que han a lavarse las manos, deben levantarse no lejos del comedor y del zaguán", de la misma forma específica que puede ir ahogado en muro y da detalles de su funcionamiento, también comenta la importancia de tener control de la circulación de agua por el edificio para evitar deterioros. La mención a la peluquería tiene una descripción indirecta del lugar donde se asean: "conviene que en el lugar del baño haya cerca un curiceo, es decir, una peluquería, donde las monjas se laven la cabeza. Haya en la peluquería un hornillo, o un horno exiguo, una vasija de cobre sobrepuesta al horno, para confeccionar lejía, y un receptáculo de agua sucia".

En cuanto a los documentos específicos del convento, quizá la fuente más útil es el plano de 1871, el cual debió realizarse en el contexto de la exclaustración, de esta época datan diferentes planos que nos permiten estudiar el estado arquitectónico de los conventos amortizados, estos planos se realizaron con el fin de fraccionar los conventos para su aprovechamiento en propiedades más pequeñas, de estas características existen los planos de La Concepción en la Ciudad de México que puede ser consultado en Mijares y Mijares (2009,63) y fue elaborado a partir del correspondiente en el siglo XIX, los de Santa Clara, Santa Isabel, San Lorenzo y algunos más antiguos como el de Jesús María, publicados en la obra de Tovar y de Teresa (1990) sobre patrimonio perdido en la Ciudad de México.

En el caso del plano que se utilizó para este análisis se encontraron en exhibición en el Instituto Queretano de la Cultura y las Artes y en el Museo de la Restauración de la República que ocupa un fragmento del antiguo convento de las Capuchinas, este recurso fue de suma importancia para realizar una comparativa de la evolución del espacio y de las trasformaciones en él.

Para los casos de los análisis más específicos se pondera el funcionamiento hidráulico, por lo que el método de levantamiento es mixto, a través de creación de nubes de puntos generadas por dispositivos portátiles con tecnología LIDAR[2].

También se complementa con fotogrametría por drones y cámaras de dispositivos móviles, adicionalmente se recurre a métodos más tradicionales que complementen la información sobre todo en lo que se refiere a verificación de medidas y escalado de las nubes generadas, realizando croquis y dibujos di-

mensionados con cinta. De la misma forma se realizaron observaciones directas registradas en archivos digitales con fotografía y video; con toda esta información se realizaron los modelos virtuales tridimensionales en los que se pudo analizar la interacción de los sistemas hidráulicos para establecer la hipótesis de funcionamiento.

Hallazgos, registro y elementos de arquitectura hidráulica en el convento de Capuchinas, Querétaro, México

El agua es de suma importancia para la vida, y en el caso de la ingeniería hidráulica doméstica se puede analizar a través de sus ejemplos arquitectónicos conservados, De Feo, Angelakis y Antoniou (2013) señalan que los acueductos históricos ofrecen importantes lecciones sobre gestión del agua, destacan la necesidad de estudiar las obras hidráulicas no solo como infraestructuras técnicas, sino como manifestaciones culturales, pues en el pasado el agua era tomada en cuenta para diferentes aspectos de la vida, el suministro, los tipos de agua, el deshecho, la integración a la naturaleza, la canalización, el manejo y el almacenaje y como un elemento para la construcción y maquinaria.

Referente a los estudios de suministros históricos de agua en la ciudad de Querétaro, se encuentra la obra de Loyola (2013) quien los ha estudiado ampliamente y menciona una primera etapa en la cual los abastecimientos se realizaban principalmente por una acequia, la cual está representada en los planos históricos, además de que diversas fuentes la describen, sin embargo, al llegar al siglo XVIII considerando que es una de las épocas de mayor auge de la ciudad, la infraestructura debió ser insuficiente. Loyola (2013,151) describe la problemática de los sistemas que existían antes de la introducción del agua por medio del acueducto: "dado que los sistemas alternos de cisternas de captación de agua pluvial, pozos artesianos y el servicio domiciliario de los aguadores debió ser insuficiente" esta carencia y las crecientes necesidades originan el proyecto del siglo XVIII.

La introducción del acueducto desde la cañada permitió una mejora en los suministros de agua; el sistema estaba formado por 10 pilas públicas; este número se fue incrementando en los años subsecuentes a la inauguración del sistema, dato importante es que se menciona que todos los conventos de la ciudad tenían toma particular, con fuerte evidencia de que el convento de capuchinas tenía suministro de agua del acueducto Loyola (2013,160).

Este suministro de agua que llegaba estaba acompañado de otro de suma importancia; el sistema de captación de aguas de lluvia, que de acuerdo al plano de 1871 contaba con una alimentación del acueducto referenciada por Loyola (2013);) y un sistema de captación de agua de lluvia, se desconoce si en las zonas que hoy en día tienen otros usos como las huertas existieron pozos, es muy notorio que el sistema de captación de agua de lluvia era muy abundante; de acuerdo al plano de 1871 se contaba con diferentes tanques de captación, uno en el patio de la lavandería, otro contiguo al patio de los placeres, otro en el patio de las cocinas, uno más en la zona de la enfermería y otro en el huerto, se conoce parcialmente conservado el que esta contiguo a los placeres por lo que podemos calcular su capacidad, si bien el espacio correspondiente a la antigua huerta se conserva, actualmente tiene dos usos nuevos, la mitad es un estacionamiento, que fue pavimentado por lo que cualquier vestigio estará por debajo de esos materiales, y en la otra mitad se construyó un auditorio borrando cualquier vestigio que pudiera existir.

A su vez, se ha cruzado la información con cartografía histórica que nos habla, por ejemplo, de una serie de tanques de agua de los cuales sólo queda uno visiblemente. Todos estos tanques tenían como función principal recolectar agua de lluvia. Estaban ubicados estratégicamente, existía uno en la zona de la lavandería, existía otro en un patio contiguo a las existía otro en la zona de servicios que a su vez contaba con un escalonamiento a otros dos tanques, uno de los cuales se encontraba en el huerto. Uno de ellos todavía es visible y se encuentra entre diferentes edificios que tenían como función que utilizaban el agua. Esta agua era captada de las azoteas. Cada sección tenía un lugar donde el agua era enviada. Aparentemente no hay depósitos subterráneos y se tendría que ampliar la exploración hacia ver si también tenían alguna merced de agua procedente del exterior. Esto puede ser consultado en el libro de Loyola sobre los sistemas hidráulicos en Santiago de Querétaro. Después, el que sobrevive nos permite observar sus sistemas constructivos basados en los sistemas clásicos.

En lo relativo a los materiales de construcción se cuenta con dos referencias de Loyola (2013,99) que describen piedra y barro para las cañerías y canales, a esto se debe agregar lo que se puede observar en el sitio, por ejemplo, el recubrimiento interior de este tanque se encuentra con una pigmentación roja que es probable, de acuerdo a otros estudios, que sea por los agregados que se le ponían a los aplanados que estaban en contacto con el agua, entre ellos trituración de polvo de ladrillo y algunas otras cosas. Desde el punto de vista histórico, es posible hacer referencia a los tratados de Palladio y Vitruvio, que describen los materiales y las calidades de las aguas según sus cualidades.

Este tanque todavía conserva parcialmente parte de su sistema de decantación de agua y de control de bajadas de agua de lluvia. Podemos suponer que los otros tanques eran parecidos de acuerdo a sus ubicaciones.

Durante el virreinato los sistemas de captación de agua de lluvia eran muy comunes, por dos causas, la primera era la posibilidad de almacenar el agua, y la otra razón era por las características del dicho elemento. Como ejemplo Loyola (2013, 259) describe a Fray Laurencio de San Nicolás Blanco quien menciona: "Entre todas las aguas la más sana es la llovediza guardada en cisterna, aunque no se ha de coger en todos los tiempos"

Hay que tomar en cuenta que las circulaciones de agua permiten el enfriamiento de algunas habitaciones. Las ubicaciones también, o sea las corrientes de aire que provenían del norte, más la circulación de agua permite el enfriamiento de ciertas habitaciones que nos pueden hacer suponer que tenían finalidades como enfriar alimentos o cierto tipo de conservas. Incluso es posible hacer una mención a la calle de los placeres que está hacia el norte y ver por qué se llamaba de esa forma.

En el caso específico de los placeres de las Monjas (antiguas tinas de baño), se encuentran contiguas al tanque de agua que sobrevive. Aquí es interesante ver como la recopilación de agua de las azoteas pasaba por una válvula, una columna que permitía además de asentar ciertas partículas, generar por trasvase un llenado de los depósitos que estaban en la zona del calefactor. El calefactor sobrevive y este es uno de los casos que pueden verse en este edificio. Está realizado en lámina remachada (Figura 2).

Al parecer hay un local en el cual pudo haberse guardado leña con una ventanilla que permitía el paso de esta leña hacia la zona donde estaba el calentador. A partir de aquí se puede observar una serie de tuberías que surgen de los dos depósitos, el que establecía el llenado de las pequeñas tinas por gravedad y en este caso se relaciona con la manera en que se bañaban. Puede ser que no se llenara la tina completamente, pero que sí permitiera hacer ese aseo a partir agua que caía del chorro y que esta tina lo que permitiera sentarse a hacer este aseo. Aquí también hay que mencionar que el aseo no era recurrente y que, en el caso de algunas órdenes religiosas como las carmelitas, en su regla se especifica la temporalidad, pero no habla de los baños completos, habla de baños parcia-

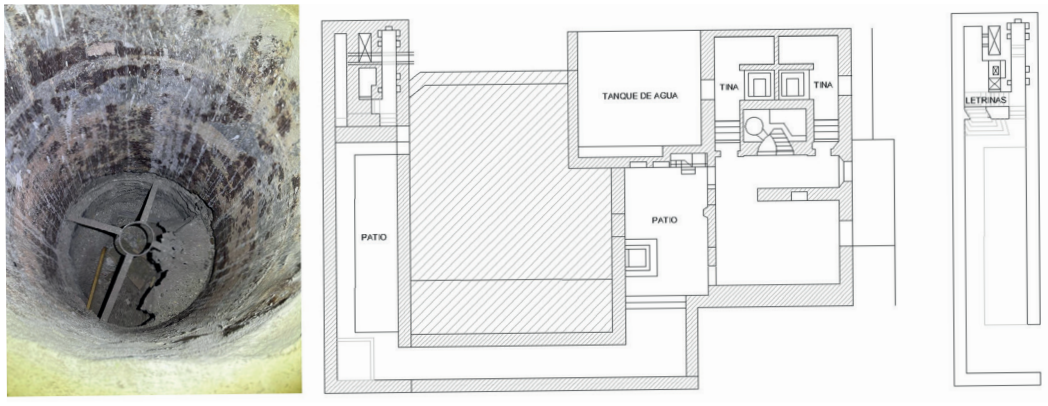


Figura 2. Croquis de la distribución del conjunto arquitectónico y fotografía del antiguo calentador de agua, cuya ubicación sugiere hipótesis de funcionamiento (Tarsicio Pastrana Salcedo, 2024)

les, por lo que es interesante ver cómo la arquitectura responde a esta cuestión.

Hay una tubería que sale del depósito de agua, que se calienta y a partir de ahí llega a las dos tinas. También existen los desagües que se desconoce hacia dónde iban.

En cuanto al sistema de capuchinas considerando la precipitación pluvial de Querétaro se puede analizar el potencial de captación, pues es notorio que era muy abundante; de acuerdo al plano de 1871 se contaba con diferentes tanques de captación, uno en el patio de la lavandería, otro contiguo al patio de los placeres, otro en el patio de las cocinas, uno más en la zona de la enfermería y otro en el huerto (Figura 3).

La nube de puntos generada a partir del levantamiento fotográfico permite explorar las áreas del sitio y documentar los elementos que se han conservado.

Se conoce parcialmente conservado el que esta contiguo a los placeres por lo que podemos calcular su capacidad, aunque el plano solo muestra la ubicación y no menciona la profundidad de los mismos, se pueden tomar en cuenta dos datos para determinar las profundidades aproximadas, el desplante existente y el vestigio arquitectónico del estanque de la cocina que nos permite establecer una capacidad aproximada.

El caso del Antiguo convento Capuchino es interesante ya que sufrió pocas alteraciones, no es tan común encontrar un convento que a lo largo de sus diferentes usos posteriores a la exclaustración no presente cambios, en este caso existen modificaciones, pero también elementos que pueden ser leídos y que nos muestran la totalidad del conjunto conventual conservado, legible en muchos de los casos.

Conclusiones

El agua no solo no interactúa de manera sola, también conlleva otros aspectos importantes en el caso del manejo de las humedades o en el caso del agua para diferentes usos. Esto es también importante porque nos permite establecer un mecanismo por el cual podemos diseñar acciones compatibles. Se requiere encontrar autores y documentación específica sobre el tratamiento del patrimonio hidráulico en diferentes escalas. Es probable que se encuentre para grandes escalas, no así para las pequeñas. Resulta importante hablar del registro en su valor intrínseco y relacionarlo con la diferenciación entre artículo de producción industrial que tiene una doble ponderación.

Brandi (1977) diferencia la cuestión de la reparación contra la restauración, sin embargo, aquí tenemos que hablar del objeto arquitectónico como objeto funcional y lo que en diferentes épocas ha hecho funcionar a ese objeto.

Otro aspecto importante es la explicación de la secuencia de investigación, como tenemos que hacer un comparativo de la evolución del objeto a través del tiempo desde el punto de vista funcional tenemos

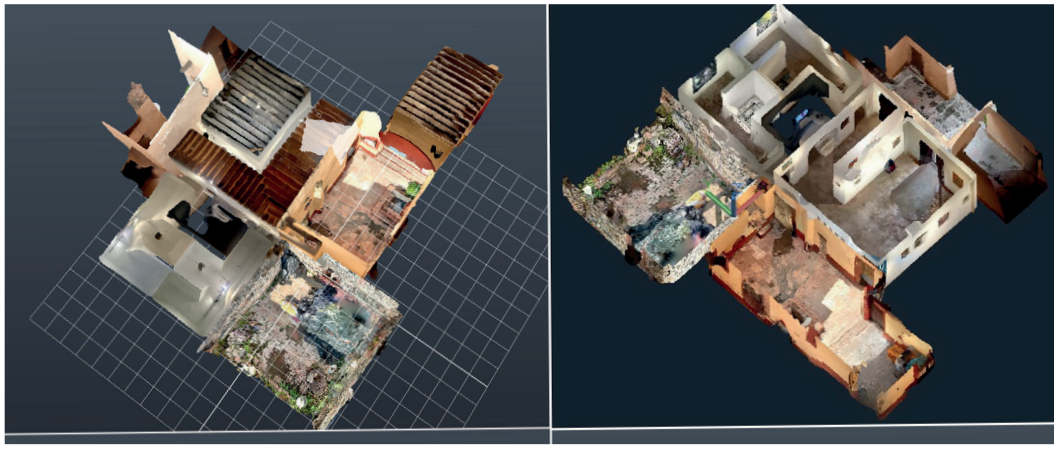


Figura 3. Conjunto de nubes de puntos generadas a partir de los levantamientos fotográficos que permiten explorar las áreas del sitio y documentar los elementos que se conservan (Elaboración de Tarsicio Pastrana Salcedo, 2025)

que recurrir a documentación del pasado para tener estas referencias con respecto a tiempos anteriores. En este caso se recurre a cartografías existentes, a información en los tratados, a crónicas que nos permitan detectar estas cuestiones del objeto de estudio en el pasado. Posteriormente hacemos propio levantamiento arquitectónico del estado actual. En este caso la fotogrametría por diferentes medios es de suma importancia, además de los levantamientos LIDAR, ya que nos permiten observar las variaciones que puede tener el objeto. A partir de esto se detectan los cambios que pueden ser visibles o no, los que no son visibles se establecen como hipótesis, hipótesis de funcionamiento o incluso hipótesis de cambios arquitectónicos.

A cada cambio de uso vienen una serie de modificaciones que idealmente deberían de ser registradas, pero como esta cuestión de la conciencia del registro en realidad no tiene tanto tiempo, tenemos que ver los registros que no fueron intencionales para poder establecer esta línea temporal de modificaciones. Después de que tenemos toda esta cuestión, se establecen las hipótesis de cómo estaba el objeto en el pasado y se relacionan con cómo está en el presente. En algunos casos ese cambio de funcionamiento ha provocado problemas en el funcionamiento propio del edificio. Todo lo que se haga al edificio debe de apoyar su completa recuperación hacia el futuro y su legado al futuro. En este sentido, las acciones compatibles radican en el conocimiento de la evolución de las intervenciones y de cómo han estas repercutido en el espacio arquitectónico. Esto también se tiene que cruzar con esta cuestión del impacto ambiental.

En el caso de Capuchinas tenemos muchos niveles alterados y esto provoca también algunos problemas que podrían ser subsanados con la recuperación de esos niveles, sobre todo en el sentido de datos específicos como el nivel freático o las humedades en ciertos sectores del edificio. Recuperar el funcionamiento del edificio, independientemente del uso que éste tenga, permite que se invierta menos en su mantenimiento y esto también es importante a largo plazo porque permite la conservación.

Se debe ponderar la información material que es explícita y la inmaterial que es necesario identificar a utilizar las herramientas correctas. Aunque el registro de información inmaterial es más complejo y requiere de técnicas específicas no debe pasarse por alto ya que el objeto material es el medio por el cual la información inmaterial se transmite al futuro.

El registro adecuado y neutro utilizando las herramientas correspondientes a la información que se desea obtener es en sí una práctica de conservación y una habilidad intrínseca al ejercicio de la conservación, define al especialista del que no lo es, ya que es común observar en círculos no especializados una denostación de la rigurosidad con que debe realizarse esta actividad.

En el mismo orden de ideas se puede hacer notar que los levantamientos o registros diversos de información en muchos casos son el único vestigio que prevalece de patrimonio desaparecido.

Si se retoma el hecho de que los registros espontáneos no tienen como fin fijar información en los objetos, se puede considerar que es una información no sujeta a intencionalidad, este proceso de registro no intencional de información no material en los objetos es la génesis del monumento, este término de monumento, no se refiere al reconocimiento social o al monumento intencional, en el contexto de este ensayo, se utiliza para la definición de objetos con cierta información que permiten una continuidad y un legado.

Un ejemplo relevante de inmaterialidad que se lee en el objeto arquitectónico está en su sistema constructivo, al analizarlo y registrarlo no solo tenemos el vestigio en sitio y la evidencia física del procedimiento ejecutado, también se puede extraer la información de cómo fue construido, la procedencia de los materiales, las herramientas utilizadas y las organizaciones sociales necesarias para esa ejecución, es decir, información relevante que debe ser registrada en soportes adicionales, además del propio edificio para establecer códigos heredables y reconocibles. Estos códigos de lectura permiten identificar información congruente, que a su vez puede ser utilizada para la generación de acciones compatibles de intervención que deriven en su conservación.

Notas

1. San Carlos Borromeo (1538-1584), arzobispo de Milán y una de las figuras clave de la Contrarreforma, se preocupó por la moralidad, la disciplina eclesiástica y la higiene. Elaboró directrices sobre la construcción y el mobiliario de iglesias, conventos y seminarios que incluían disposiciones sobre la limpieza y la separación de áreas.

2. El sistema LIDAR, (siglas de light detection and ranging) es un sistema de teledetección activa que emplea pulsos de luz láser para medir distancias con alta precisión y generar modelos tridimensionales de terrenos, edificaciones o vegetación, utilizado ampliamente en cartografía, ingeniería, arqueología y estudios urbanos.

Lista de referencias

Alonso, C. 1989 El libro de las ceremonias del cardenal Borromeo: un estudio de la piedad barroca. *Teología y vida*.

Amerlinck de Corsi, María Concepción, y Manuel Ramos Medina. 1995. Conventos de monjas. *Fundaciones en el México virreinal.* México: Grupo Condumex.

Brandi, Cesare. 1977. Teoría del restauro. Torino: Einaudi.

Brading, David A. 1971. Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810). México: Fondo de Cultura Económica.

Chanfón Olmos, C. 1995. *Fundamentos teóricos de la restauración* (2a ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura.

Choay, Françoise. 2007. *La alegoría del patrimonio*. Barcelona: Gustavo Gili.

Cramausel, Chantal. 2006, ed. *Rutas de la Nueva España*. Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán.

De Feo, Giovanni, Andreas N. Angelakis, Georgios P. Antoniou, Fatma El-Gohary, Benoît Haut, Cees W. Passchier, y Xiao Yun Zheng. 2013. Historical and Technical Notes on Aqueducts from Prehistoric to Medieval Times. *Water* 5 (4): 1996–2025. https://doi.org/10.3390/w5041996.sabes

Guillermo Tovar de Teresa. 1990. *La Ciudad de los Palacios: Crónica de un patrimonio perdido* (México: Fundación Cultural Televisa y Espejo de Obsidiana Ediciones).

Jukka Jokilehto. 1986. *A History of Architectural Conservation: The Contribution of English, French, German, and Italian Thought to the Conservation of Cultural Property* (Roma: ICCROM,), PDF, [271], https://www.iccrom.org/publication/history-architectural-conservation.

Loyola Vera, Antonio. 2013. *Sistemas hidráulicos en Santiago de Querétaro*. Querétaro: Municipio de Querétaro, México: Centro de Estudios de Historia de México CONDUMEX

Mijares y Mijares, José Manuel. 2009. *La arquitectura de la clausura*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México.

Muriel, Josefina. 1991. " Las instrucciones de mujeres, raíz de esplendor arquitectónico en la antigua ciudad de Santiago de Querétaro". *Estudios de Historia Novohispana,* n° 10.

Robin Letellier, comp.2007, *Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places* (Los Ángeles: Getty Publications), [13].

Termalismo antiguo y sistemas hidráulicos. Análisis de infraestructuras en la Hispania romana

Francisco Javier Pérez de la Cruz
Silvia González Soutelo
José María Carrillo Sánchez

El termalismo romano, si bien a menudo se asocia a las grandes termas públicas como centros de higiene y socialización, se refiere en concreto una categoría singular de establecimientos: los balnearios de aguas mineromedicinales (identificados como *balnea* o topónimos como *Aquae*). Estos complejos, presentes a lo largo y ancho del Imperio —desde *Aquae Sulis* (Bath) hasta yacimientos en la Península Ibérica como Archena o Caldes de Montbui—, trascienden la mera función higiénica para configurarse como centros especializados de salud y culto, donde la medicina hidrológica clásica fundamentada en autores como Galeno y Celso se materializaba en un diseño constructivo específico (Mora 1999).

A diferencia de las termas comunes, donde el agua podía ser manipulada y calentada, en los balnearios medicinales la naturaleza actúa como calefactor, y su pureza no debe alterarse (Díez de Velasco 1993).

La edificación de estos balnearios no fue un mero ejercicio estético o monumental, sino una adaptación tecnológica y funcional directa a la naturaleza del recurso hídrico. Los elementos constructivos, lejos de ser accesorios, constituyen la clave de la diferenciación científica respecto a las termas en las cuales el agua era calentada de forma artificial.

El aspecto más crítico de estas construcciones reside en los sistemas de captación del manantial. Dado que el valor terapéutico del agua mineromedicinal está en su composición química y, a menudo, en su temperatura natural, la ingeniería romana desarrolló estructuras sofisticadas (pozos, galerías, diques de contención) erigidas directamente sobre el punto de emergencia para maximizar el caudal asegurando un suministro constante y para prevenir la alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua al evitar su manipulación o enfriamiento artificial.

La distribución interna del edificio estaba dictada por las necesidades del tratamiento. Si bien existían áreas de socialización, la presencia de piscinas, pilas y bañeras especializadas para inmersión total o parcial, junto con estancias destinadas a la ingesta del agua (*cura per potum*), revela una organización espacial estrictamente funcional a la prescripción médica. Además, la frecuente inclusión de altares, templos o espacios para ofrendas evidencia un componente venerativo y religioso asociado a la curación, donde la arquitectura monumental servía para dignificar el manantial y el proceso terapéutico (González Soutelo 2013).

Resulta imperativo abordar el estudio de los balnearios romanos de aguas medicinales desde un enfoque arqueológico y constructivo diferenciado. Durante mucho tiempo, la bibliografía tendió a describir estos enclaves junto a las termas, oscureciendo su especificidad (González Soutelo,2013). Este enfoque riguroso es crucial porque permite la definición tipológica de los balnearios. El análisis de los restos (morfología de las piscinas, materiales utilizados,

Francisco Javier Pérez de la Cruz – Universidad Politécnica de Cartagena; Silvia González Soutelo – Universidad Autónoma de Madrid; José María Carrillo Sánchez – Universidad Politécnica de Cartagena

trazado hidráulico) es el único medio para establecer una tipología constructiva propia de los balnearios salutíferos, contrastándola con la funcionalidad más genérica de las termas higiénicas.

El estudio de las estructuras de captación y distribución es una vía directa para entender el conocimiento geotérmico e hidrogeológico de los romanos, revelando la aplicación de la ingeniería al servicio de la salud pública y el saber médico de la época.

Además, la monumentalidad de muchos de estos complejos (sirva como ejemplo, *Aquae Sulis*) refleja la alta inversión realizada por las élites locales o el Imperio, destacando la importancia económica y estratégica que el Estado romano otorgaba a la explotación de estos recursos curativos, elevándolos de simples baños a destinos terapéuticos y de peregrinación.

En síntesis, el sistema constructivo de los balnearios mineromedicinales es el registro físico de la aplicación de la hidroterapia romana, y su estudio detallado es indispensable para una comprensión holística que integre la arqueología, la ingeniería y la historia de la medicina.

En este trabajo se realizará un recorrido por los diferentes aspectos constructivos que definen los balnearios de época romana tomando como ejemplos los yacimientos y restos encontrados en la península ibérica que, por su variedad geográfica y morfológica, pueden ser de gran ayuda para caracterizar unas estructuras de gran singularidad y enorme interés.

Aspectos a considerar en el estudio de balnearios romanos

La presencia de manantiales mineromedicinales que dieron lugar al establecimiento de balnearios fue limitada y con una disposición desigual en el conjunto del territorio imperial romano por razones del todo evidentes. Las fuentes con cualidades medicinales emergen sólo en contextos geográficos muy concretos, por lo que la presencia de balnearios depende estrictamente de donde aflore el recurso subterráneo.

La elección de esos lugares para la construcción de complejos termales en la Antigua Roma obedeció, esencialmente, a tres condicionantes interrelacionados: primero, la posibilidad técnica de adaptar los sistemas constructivos a las particularidades hidrológicas, geomorfológicas y topográficas del manantial, así como a las características físico-químicas del agua (temperatura, composición y uso previsto); segundo, la dimensión estratégica y el carácter simbólico que ciertos manantiales adquirieron; y tercero, la fama terapéutica de determinadas aguas, que las convirtió en focos de devoción y peregrinación.

Sin embargo, el análisis de estos yacimientos a escala local, provincial e imperial enfrenta una serie de obstáculos importantes. En primer lugar, muchos de estos lugares han estado en explotación continua durante más de dos milenios, con sucesivas reformas y reutilizaciones que han borrado, modificado u ocultado elementos romanos originales. La reutilización constante de las instalaciones termales ha provocado la destrucción o la alteración de las fases más antiguas, de modo que, pese a las menciones antiguas sobre su abundancia e importancia, las evidencias materiales habitualmente son fragmentarias y mal conservadas. En segundo lugar, existe una clara laguna en la investigación: escasean estudios detallados y bibliografía accesible. Las primeras aproximaciones publicadas sobre ciertos yacimientos rara vez ofrecen descripciones estratigráficas completas o una secuenciación clara de las fases constructivas; además, muchas de esas publicaciones permanecen dispersas en ediciones locales de difícil consulta. Por último, aunque algunas fuentes antiguas brindan testimonios sobre las instalaciones antes de su pérdida, dichas narraciones suelen ser parciales y afectadas por interpretaciones erróneas o sesgadas.

En conjunto, estas limitaciones hacen imprescindible una investigación metódica y multidisciplinar que reconstruya con mayor precisión la arquitectura y la evolución de los complejos asociados a las aguas medicinales.

Características constructivas de los edificios termales en época romana

El análisis del termalismo en la Antigüedad requiere un enfoque interdisciplinar que integre diversas fuentes —como la epigrafía, la toponimia, los textos clásicos y la información territorial—. No obstante, el presente trabajo concentra su atención en el examen formal de las construcciones termales, con el objetivo de identificar sus rasgos constructivos y funcionales principales, todo ello ilustrado con ejemplos de balnearios de la Península Ibérica. Aunque se ofrece aquí una panorámica general sobre las tipologías y

los elementos constructivos más representativos, los aspectos específicos de cada emplazamiento deben consultarse en sus estudios originales, dado que cada complejo termal responde a condiciones hidrogeológicas, contextos culturales y circunstancias históricas y sociales particulares.

Las pautas técnicas y constructivas que comparten los establecimientos termales analizados en esta investigación pueden organizarse de acuerdo con los siguientes criterios:

Ubicación

La localización de los complejos termales asociados a aguas minerales curativas depende, ante todo, de las condiciones hidrogeológicas que permiten su surgimiento. No obstante, los puntos donde estas aguas emergen —con frecuencia en áreas deprimidas del relieve, como valles o cauces fluviales vinculados a fracturas tectónicas y zonas sísmicas— no siempre ofrecían un entorno favorable para la edificación. Esta cercanía a los ríos generaba dos consecuencias recurrentes.

Por una parte, los balnearios quedaban expuestos a los cambios del nivel de las aguas, enfrentándose periódicamente a inundaciones o a la obstrucción del caudal de los manantiales. Para afrontar estas dificultades, los ingenieros romanos desarrollaron soluciones técnicas de diversa eficacia destinadas a controlar o desviar la fuerza hidráulica. Entre ellas se incluían la edificación de muros de contención, como los documentados en Lugo y Archena así como la instalación de plataformas o cimentaciones realizadas en *opus caementicium*, de espesores variables, empleadas para aislar y proteger las fuentes minerales de las infiltraciones fluviales. Ejemplos de estas estructuras se conservan en Lugo y Chaves.

Por otro lado, aunque la cercanía de los establecimientos termales a los cursos fluviales podía ocasionar riesgos naturales, esa misma ubicación confería ventajas estratégicas que favorecieron su desarrollo y su integración en la red territorial romana. Lejos de ser un obstáculo, la posición en valles y márgenes de río facilitó la conexión con las principales rutas de comunicación, convirtiendo a muchos manantiales de aguas minerales o medicinales en puntos de referencia dentro del paisaje vial a partir de los cuales surgieron cruces de caminos y asentamientos que

Figura 1. Muro de contención ubicado en el balneario de Archena (Fuente: Javier Pérez de la Cruz)

desempeñaron funciones tanto económicas como logísticas, siendo identificados en numerosas ocasiones con la denominación Aquae, como es el caso de *Aquae Flaviae* (Chaves) o *Aquae Voconiae* (Caldes de Malavella).

Suministro de agua

Las soluciones constructivas aplicadas al aprovechamiento de los manantiales termales varían según las condiciones geológicas, topográficas y físico-químicas del entorno. Para garantizar un uso óptimo del recurso, la fuente debía ubicarse en las inmediaciones del edificio o, en muchos casos, dentro de sus propios límites estructurales. En función de las características del terreno y del tipo de surgencia, se distinguen varios modelos de captación de agua.

En primer lugar, se encuentran los manantiales que emergen desde minas o cavidades naturales, donde la construcción se adapta al espacio subterráneo para canalizar el vapor o las aguas calientes. Un ejemplo de esta modalidad se observa en el conjunto de Alhama de Murcia.

Un segundo tipo corresponde a las fuentes captadas mediante pozos o *castella*, a menudo protegidos por plataformas de *opus caementicium* que los aíslan

Figura 2. Vista interior del balneario de Lugo (Fuente: González Soutelo)

de posibles inundaciones o filtraciones procedentes de ríos cercanos. Este sistema se documenta en Lugo y en Chaves.

Un tercer grupo lo conforman los manantiales que emergen a través de fracturas naturales en la roca, habitualmente vinculados a espacios de carácter sagrado o ritual, como es el caso de Fortuna. Finalmente, existen fuentes que afloran por pequeñas grietas o fisuras del terreno y que alimentan directamente piscinas o depósitos destinados al baño colectivo o a la distribución del agua, actuando como auténticos *castella aquae*. Este tipo de surgencias se ha identificado en el balneario de Chaves.

En la gestión de los manantiales termales, uno de los factores decisivos era la distancia que separaba el punto donde el agua emergía del subsuelo y el edificio destinado a su aprovechamiento. Esta variable condicionaba tanto el diseño constructivo como las soluciones técnicas adoptadas, sobre todo cuando se trataba de aguas con temperaturas extremadamente altas, como las de Chaves (73 °C) o Caldes de Montbui (73 °C).

Según relata Séneca, los romanos regulaban la temperatura de estas aguas mediante conducciones de extensión calculada, permitiendo que se enfriaran gradualmente antes de llegar a las piscinas. Tal sistema resultaba más eficaz que el método tradicional de mezclar aguas frías y calientes ya que la combinación directa alteraba las propiedades terapéuticas de las aguas minerales.

Por último, resulta significativo que muchas de las infraestructuras hidráulicas asociadas a estos manantiales continuaran utilizándose tras la época romana. Su prolongada funcionalidad confirma la calidad de las técnicas empleadas, incluso cuando se recurrió a materiales perecederos como la madera, cuya durabilidad sorprende dadas las condiciones extremas en que operaban.

Distribución y evacuación de agua

Para comprender la disposición y el funcionamiento interno de los complejos termales, resulta imprescindible analizar conjuntamente la temperatura del agua, su composición y el modo en que era utilizada. Estos parámetros constituyen la base para interpretar la distribución de los espacios y la función de cada sala o piscina. La información más precisa sobre estos aspectos procede de estudios detallados como el de Broise (2015) y de las investigaciones realizadas en yacimientos excepcionalmente conservados, entre ellos Chaves (Carneiro 2016, 2017). Estas investigaciones permiten comprender cómo la circulación del agua desde el punto de surgencia o su mezcla con otras fuentes determinaba la temperatura final de los espacios termales.

La composición química del agua también desempeña un papel decisivo en la conservación y en la interpretación de las infraestructuras hidráulicas. En algunos casos, la naturaleza mineral de las aguas influyó directamente en las sucesivas fases constructivas o en las reparaciones de los sistemas de canalización. Las aguas con alto contenido en cal, por ejemplo, dejan depósitos incrustados sobre las superficies de los conductos y las piscinas, lo que, paradójicamente, puede tanto deteriorar los canales como aportar información valiosa sobre las modificaciones arquitectónicas y los recorridos originales del flujo. Estas concreciones, al acumularse en capas, pueden incluso proporcionar una especie de registro estratigráfico que ayuda a reconstruir la evolución funcional del edificio.

Otro componente esencial para entender el diseño de estos complejos es el sistema de evacuación del agua. Una vez regulado el caudal mediante compuer-

tas, canales y depósitos, era necesario disponer de estructuras que permitieran el drenaje del excedente. Este tipo de soluciones hidráulicas puede observarse, por ejemplo, en el conjunto termal de São Pedro do Sul (Frade y Beleza Moreira 1992), Chaves (Carneiro 2017), donde la gestión del flujo garantizaba tanto la eficiencia del uso termal como la preservación de las instalaciones.

Como se mencionó anteriormente, la proximidad de muchos complejos termales a ríos o corrientes naturales explica su relación directa con estos cauces. No obstante, en determinados casos, el excedente de agua procedente de los manantiales no se desperdiciaba: tras ser enfriado y perder parte de su concentración mineral, podía redirigirse hacia actividades agrícolas o emplearse en procesos productivos, aprovechando así de forma integral los recursos hídricos del entorno.

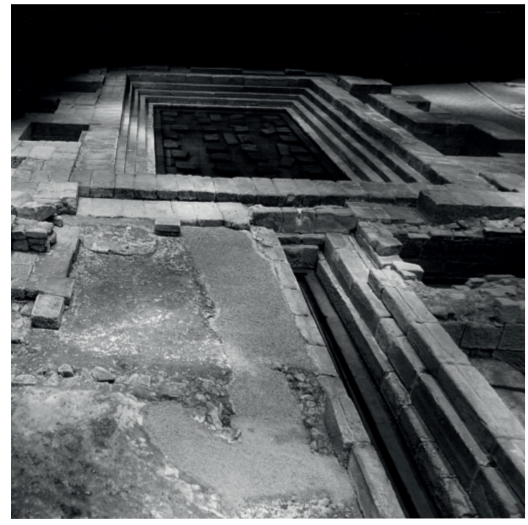


Figura 3. Canal de salida del agua en el balneario de Chaves (Fuente: González Soutelo)

Espacios de baño, piscinas y otras infraestructuras

Las aguas minerales con propiedades terapéuticas se utilizaban de múltiples formas según su composición y temperatura: podían beberse, aplicarse en baños de vapor o emplearse en tratamientos con lodos. Sin embargo, la evidencia arqueológica indica que el uso más común consistía en llenar amplias piscinas centrales —a menudo complementadas con pequeñas piletas individuales— ubicadas en el corazón de las estancias termales.

A diferencia de los baños alimentados con agua dulce, los complejos dedicados a fines medicinales prescindían habitualmente de los sistemas de calefacción por hipocausto, ya que la propia temperatura del agua los hacía innecesarios. En algunos casos tardíos se documentan hipocaustos secundarios alimentados con leña, probablemente incorporados para ampliar las funciones del edificio o para atender a distintas modalidades de baño, como en el caso de Alhama de Murcia. Bonnard (1908) y Fagan (2001) sugieren que la tecnología del hipocausto podría haberse originado a partir del aprovechamiento natural de las emisiones hidrotermales: el vapor de los manantiales calientes, conducido por cámaras subterráneas o muros huecos, calentaba de manera directa las salas de sudoración o lacónica. Este tipo de soluciones se ha constatado en regiones volcánicas o con aguas de alta temperatura, como es el caso de Caldes de Montbui.

El rasgo constructivo más característico de los baños medicinales romanos son sus amplias estancias con grandes piscinas centrales abastecidas por un flujo constante de agua que circula por todo el edificio. Su funcionamiento dependía de un sistema hidráulico sofisticado que garantizaba tanto la distribución como la evacuación del caudal. Estas piscinas, según González Soutelo (2011), podían presentar formas circulares, rectangulares o, con menor frecuencia, cuadradas, dependiendo de criterios técnicos y funcionales.

Las piscinas circulares suelen incluir escaleras perimetrales y ocupar el centro de salas de planta también circular, a veces acompañadas de ábsides radiales. Un ejemplo notable de esta tipología lo tenemos en Baños de Montemayor. En cambio, las piscinas rectangulares —las más habituales, como se puede observar en el caso de São Pedro do Sul — se ubican en grandes salas con deambulatorios y presentan escalones en uno o varios lados, utilizados tanto para el acceso como para el descanso de los bañistas. Las formas cuadradas o pseudo-cuadradas son menos comunes, aunque existen ejemplos como en el caso de Caldes de Malavella. En algunos casos, las piscinas adoptan diseños más complejos, con ábsides laterales o formas irregulares.

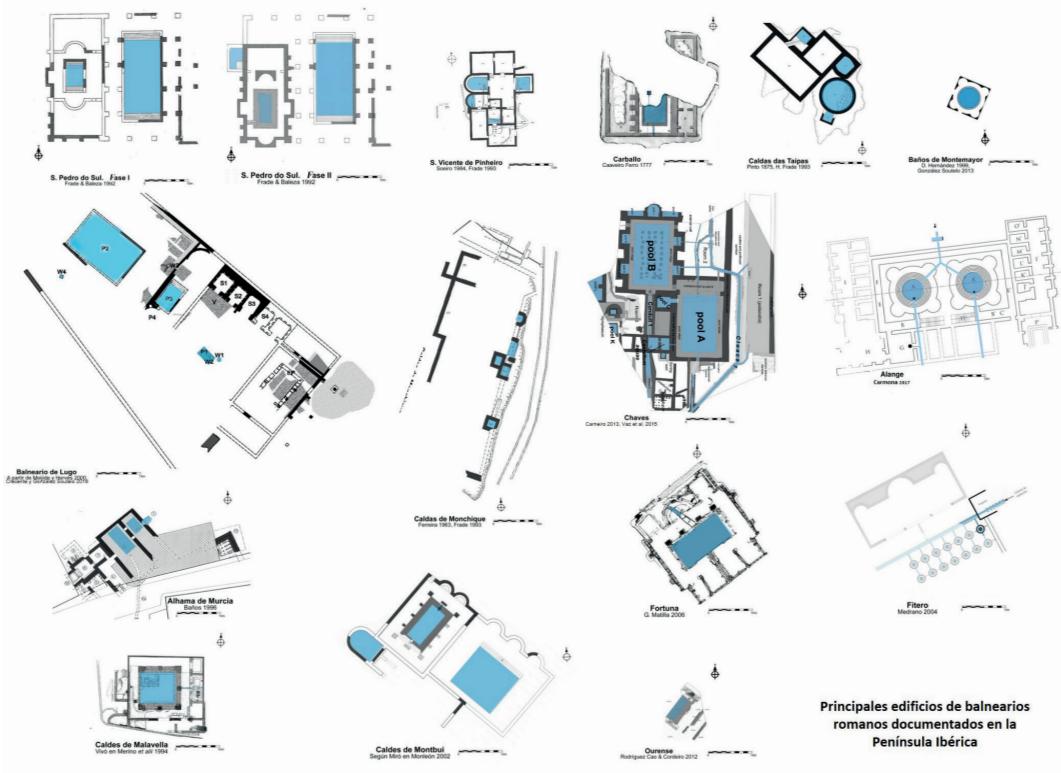


Figura 4. Plantas de los principales balnearios romanos documentados en la Península Ibérica (Fuente: González Soutelo)

Además de las grandes piscinas colectivas, los complejos solían incluir bañeras más pequeñas destinadas a tratamientos individuales o específicos, como se ha observado en Chaves. También existían instalaciones menores, como pilas para abluciones o baños parciales, e incluso sistemas de duchas o chorros de agua a presión. No obstante, el deterioro de muchas de estas estructuras dificulta la identificación precisa de sus funciones originales.

En conjunto, los edificios termales dedicados a la curación se caracterizan por su adaptación al comportamiento natural del agua, tanto en temperatura como en caudal, y por la diversidad de soluciones constructivas destinadas a optimizar su aprovechamiento terapéutico.

Otras salas o salones

La información arqueológica disponible sobre los espacios anexos a las salas principales de baños es escasa, lo que dificulta establecer con precisión su función original. En ciertos complejos termales se han identificado amplias estancias laterales provistas de bancos adosados a los muros, cuya interpretación tradicional las ha vinculado a áreas destinadas al ejercicio físico, semejantes a las palaestrae. Sin embargo, considerando las recomendaciones médicas modernas, que desaconsejan la actividad intensa durante los tratamientos con aguas minerales, esta hipótesis resulta poco probable.

Una explicación alternativa sugiere que estos patios o pórticos —documentados en yacimientos como São Pedro do Sul, Lugo o Chaves— cumplían una función más recreativa que atlética. Es posible que sirvieran como espacios abiertos para el reposo, la conversación o el disfrute del entorno, del mismo modo que lo hacían los peristilos o vestíbulos en otros tipos de edificios públicos romanos.

Por otra parte, las pequeñas dependencias presentes en algunos balnearios parecen haber tenido un

Figura 5. Detalle de las bañeras adosadas a la piscina principal del yacimiento de Chaves (Fuente: Javier Pérez de la Cruz)

Figura 6. Balneario de Fortuna donde se aprecia en primer término la piscina y en segundo término el espacio religioso

uso vinculado al descanso o a tratamientos específicos con aguas termales, hipótesis sustentada por los ejemplos de Alange o Caldes de Malavella. La interpretación de estos espacios, sin embargo, se ve dificultada por la superposición de fases constructivas y la falta de restos materiales concluyentes. En conjunto, la evidencia sugiere que la diversidad de estancias en los balnearios romanos respondía a una combinación de funciones prácticas, terapéuticas y sociales, más que a un esquema arquitectónico uniforme.

Santuarios o zonas sagradas

En el mundo romano, las aguas termales no solo eran apreciadas por sus propiedades curativas, sino también por el significado espiritual que se les atribuía. Muchos complejos termales se erigieron en torno a manantiales considerados sagrados, aunque en algunos casos los templos o espacios de culto asociados no han sido plenamente identificados.

Yacimientos como Fortuna o Chaves ofrecen indicios claros de la dimensión religiosa de estos lugares. Además de la existencia de recintos religiosos vinculados a las fuentes, se han hallado numerosos testimonios votivos que refuerzan esta interpretación. Entre ellos destacan los exvotos con forma de partes anatómicas humanas o animales, las ofrendas monetarias depositadas directamente en los manantiales y los altares dedicados a divinidades protectoras del agua y la salud.

Ejemplos notables son los catorce altares hallados en Lugo, la mayoría consagrados a las ninfas, y los veintiuno de Baños de Montemayor, dedicados a las deidades Fontana y Salus. Estas manifestaciones confirman que los balnearios romanos, además de cumplir una función terapéutica, eran también espacios de devoción donde se rendía culto a las fuerzas naturales que se creía habitaban en las aguas.

Alojamientos para bañistas

Otro elemento relevante en el análisis de los complejos termales, especialmente aquellos situados lejos de los principales centros urbanos, es la existencia de edificaciones complementarias destinadas al hospedaje. Estas estructuras habrían servido para acoger a enfermos, viajeros, peregrinos o visitantes que acudían atraídos por la reputación curativa y el renombre de las aguas.

La presencia de tales alojamientos sugiere que muchos de estos espacios no se limitaban a un uso cotidiano o local, sino que funcionaban como verdaderos centros de acogida y tratamiento prolongado. Ejemplos representativos pueden encontrarse en los yaci-

mientos de Archena (Matilla Séiquer y Ovejero 2017) y Fortuna (Matilla Séiquer 2017). Estos casos demuestran la importancia social y sanitaria que alcanzaron los balnearios en el mundo romano, convirtiéndose en lugares de peregrinación y convalecencia tanto como de ocio y bienestar.

Conclusión

El estudio de los complejos termales romanos, como se ha expuesto a lo largo de este análisis, presenta múltiples retos derivados tanto de la complejidad de sus estructuras como de las limitaciones inherentes a su conservación y documentación. Para avanzar en su comprensión, resulta imprescindible adoptar enfoques de investigación renovados que integren sus particularidades desde una perspectiva amplia y multidisciplinar.

La recopilación y comparación sistemática de los principales ejemplos conocidos de balnearios romanos, abordados desde distintas áreas del conocimiento, ofrece una valiosa oportunidad para identificar patrones comunes y rasgos arquitectónicos esenciales. En última instancia, el propósito es definir con mayor claridad las características arquitectónicas y funcionales de los balnearios dentro del contexto general de la arquitectura romana, contribuyendo así a una comprensión más completa de su papel histórico, técnico y cultural.

Lista de referencias

Bonnard, L. 1908. *La Gaule thermale : sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*. Plon-Nourrit.

Broise, H. 2015. Thermes "classiques" et thermes "curatifs". Réflexions sur l'architecture et l'organisation interne des thermes utilisant l'eau des sources thermales chaudes durant l'Antiquité. En *Le thermalisme. Approches historiques et archéologiques d'un phénomène culturel et médical*, CNRS Editions. París.

Carneiro, S. 2017. New data from the Roman healing spa of Aquae Flaviae (Chaves, Portugal). En *Termalismo antiguo en Hispaniaun análisis del tejido balneario en época romana y tardorromana en la Península Ibérica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Carneiro, S. 2019. The water supply and drainage system of the Roman healing spa of Chaves (Aquae Flaviae). 289-98.

Díez de Velasco, F. 1992. Aportaciones al estudio de los balnearios romanos de Andalucía: la comarca de Guadix-Baza (prov. de Granada). *Espacio, tiempo y forma. Serie II. Historia Antigua*, n.º 5: 383-400.

Fagan, G. 2001. The genesis of the Roman public bath: Recent approaches and future directions. *American Journal of Archaeology* 105 (30).

Frade, H. y Beleza, J. 1991. A arquitectura das Termas romanas de S. Pedro do Sul. En *Termalismo antiguo. Actas de la mesa redonda Aguas mineromedicinales, termas curativas y culto a las aguas en la península ibérica*. UNED.

González Soutelo, S,. 2011. Thermal Spas in the Roman Age: An approximation to the architectonic configuration of baths with mineral-medicinal water in Hispania. En *SPA, Sanitas Per Aquam, Tagunsband Des Internationalen Frontinus-Symposiums Zur Technik- Und Kultureschichte Der Antiken*. Aachen (Alemania).

González Soutelo, S. 2013. ¿De qué hablamos cuando hablamos de balnearios romanos? La arquitectura romana en los edificios de baños con aguas mineromedicinales en Hispania. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de La Universidad Autónoma de Madrid (CuPAUAM). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid (CuPAUAM)*, n.º 39: 123-50.

González Soutelo, S,. 2019. Shall We Go "Ad Aquas"? Putting Roman Healing Spas on the Map. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología*, n.º 12: 151-90.

González Soutelo, S,. 2020. Descubriendo las Aquae: 40 años de investigación sobre los baños romanos de aguas mineromedicinales en la Península Ibérica. Termas Públicas de Hispania: Actas Del Congreso Internacional Termas Públicas de Hispania (Museo Arqueológico de Murcia-Museo Del Teatro Romano de Cartagena, 19-21 de Abril de 2018). *Termas públicas de Hispania: Actas del Congreso Internacional Termas Públicas de Hispania*, 211-34. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7710683.

Matilla Seiquer, G. 2017. El balneario romano de Fortuna. Visión de conjunto tras la última campaña de excavaciones. En *Termalismo antiguo en Hispania: un análisis del tejido balneario en época romana y tardorromana en la península Ibérica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Matilla Seiquer, G. y Ovejero, L. 2017. Archena: el balneario de Carthago Nova. En *Termalismo antiguo en Hispania: un análisis del tejido balneario en época romana y tardorromana en la península Ibérica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Mora, G. 1999. La literatura médica clásica y la arquitectura de las termas medicinales. *Espacio Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua*, n.º 5. https://doi.org/10.5944/etfii.5.1992.4188.

Evolución constructiva durante el franquismo de un tipo de arquitectura militar: las casas cuartel de la Guardia Civil en el Levante español

Daniel Pinzón-Ayala

El concepto de casa cuartel fue recogido en el artículo 19 del decreto fundacional de la Guardia Civil de 13 de mayo de 1844. Este real decreto, firmado por Ramón María Narváez, ministro de la Guerra y presidente del Consejo de Ministros de Isabel II, suponía la militarización de la organización planteada en el real decreto previo de 28 de marzo, firmado por el marqués de Peñaflorida, ministro de la Gobernación. Esta bicefalia en cuanto a su estructura con dependencia de ambos ministerios, que se mantiene en la actualidad con importantes matices, se acabó trasladando a su propuesta de acuartelamiento, que también osciló entre la esfera militar y la civil, al contemplar la convivencia conjunta de los guardias civiles y sus familias. Con todo, el acuartelamiento siempre dependió del Ministerio de la Gobernación (actual de Interior), aunque eso no impidió la participación periódica de ingenieros militares en su desarrollo técnico.

Desde hace un decenio, los estudios sobre las casas cuartel se han intensificado con respecto a las aproximaciones efectuadas en periodos anteriores, que siempre adolecían de parcialidad temporal, con gran insistencia en el estudio de la etapa inicial isabelina de la Guardia Civil, a pesar de que en esa época no se llegara a plasmar en una arquitectura específica esa idea de acuartelamiento. Las publicaciones más recientes nos muestran que no será hasta la Segunda República (Pinzón-Ayala 2016), en un primer momento, y la dictadura franquista, definitivamente, cuando se formalice, por parte de la Guardia Civil, un modelo de casa cuartel propio (Pinzón-Ayala 2014). Esto se logró gracias a la conformación de un grupo de arquitectos adscritos al servicio técnico del Cuerpo, a unas erráticas normativas y a la voluntad política por conformar un parque de acuartelamientos estatal, dependiente hasta entonces del alquiler de inmuebles a terceros o de promociones efectuadas desde los poderes locales. Tras la Guerra Civil, la iniciativa estatal se redoblará, sectorizando el país para asignar a cada arquitecto una región compuesta por varias comandancias, ámbito territorial que suele coincidir con la provincia.

En este texto se propone el estudio de la zona del Levante español y, en concreto, de los territorios de Almería, Murcia y Alicante, pertenecientes en la actualidad a tres comunidades autónomas diferentes. Estas fueron asignadas en exclusiva, a partir de 1945, al arquitecto Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto (1916-2014), quien ostentara el título del III marqués de Alhucemas, titulado en 1944 y doctorado en 1962 (Pinzón-Ayala 2014; Real Academia de la Historia 2022). Tuvo una prolija actividad a lo largo de su dilatada carrera que le llevó, no solo a participar en más de doscientos proyectos de casas cuartel (figura 1), sino a dejar un interesante legado en el ámbito de los paradores nacionales, como ocurre con el de la Arruzafa en Córdoba (Landrove 2011, Rodríguez 2018) –además de haber ostentado diversos cargos en el Ministerio de Información y

Daniel Pinzón-Ayala – Universidad de Sevilla

Turismo y de ser su representante a nivel internacional–, de los centros penitenciarios o de la arquitectura industrial, como ocurre con la reconocida fábrica de la perfumería Gal (García, Landrove y Tostões 2004). Él inició su andadura aplicando los modelos-tipo establecidos para, finalmente, evolucionar hacia sus propias propuestas hasta mediados de los años ochenta, sumando alrededor de noventa proyectos en estas tres provincias, entre direcciones de obras, reformas, proyectos no construidos y proyectos de nueva planta. Este estudio se centra en 31 casos, basándose en publicaciones recientes (Comandancia de Alicante 2017; Pinzón-Ayala 2023) y en la consulta de sus proyectos –tanto de archivos estatales como del legado documental del propio Sainz de Vicuña facilitado por su familia–, con el objetivo de analizar la evolución constructiva que experimentaron estos acuartelamientos. Se atenderá a sus limitaciones y avances, acordes con la evolución económica del país, para así tratar de reivindicar estos acuartelamientos como un caso peculiar de arquitectura militar y como una red incardinada al territorio y a sus lógicas de ocupación específicas, tal y como ocurre en el litoral mediterráneo.

Figura 1. Firma de Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto, 1962. Cartela del plano de emplazamiento del solar de la casa cuartel de Petrer (Alicante). (Archivo de la Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. ES.28079. ACSEV//A-8541-RL)

La red de acuartelamientos del Levante

El territorio del Levante español siempre estuvo dotado de un sistema defensivo muy destacado, punteando la línea de costa con diversas construcciones como castillos, fuertes, baterías o torres de vigilancia (Boira 2007). A partir del primer tercio del siglo XIX, esta red lineal de puntos militarizados irá reconvirtiéndose o reutilizándose con otras lógicas, como el sistema telegráfico óptico (Santos y Lalana-Encinas 2022) o el que irá implantando el Cuerpo de Carabineros para la defensa de los intereses del Ministerio de Hacienda (Pinzón-Ayala 2020). Tras la desaparición de este cuerpo encargado de luchar contra el contrabando y el delito fiscal, será la Guardia Civil la que asuma sus competencias en 1940, obligándose a continuar con una destacada presencia territorial. Esta situación, sumada al problema crónico que poseía la Guardia Civil con su acuartelamiento y a las consecuencias de la Guerra Civil, obligó a reforzar la necesaria construcción de casas cuartel que aseguraran el control y vigilancia de esta región del país.

De este modo, las casas cuartel presentes en el territorio comprendido por las provincias de Almería, Murcia y Alicante aglutinan toda una serie de casos representativos de la evolución del acuartelamiento de la Guardia Civil a lo largo de su historia. Incluso analizando solo las actualmente operativas, unas 134 en total, –49 en Alicante, 43 en Almería y 42 en Murcia–, se puede hacer un recorrido por los diversos periodos por los que ha transitado la casa cuartel a lo largo de su historia en todo el país, desde las reutilizaciones de inmuebles –como los que conformaban la antigua red histórica de defensa litoral, los procedentes del Ejército o los del extinto Cuerpo de Carabineros–; hasta los modelos de nueva planta que se diseñaron en posguerra –los modelos sectoriales de mitad del siglo XX que tuvieron la firma exclusiva del arquitecto Manuel Sainz de Vicuña junto con las propuestas coetáneas de la Dirección General de Regiones Devastadas,–; o los proyectos más contemporáneos, en los que se ponen en juego otros lenguajes más acordes con la arquitectura actual.

Los reciclajes históricos

Ante la falta de presupuestos específicos y la rápida expansión territorial que efectuó la Guardia Civil para garantizar su éxito y continuidad en el tiempo, por encima de los vaivenes políticos propios del siglo XIX, la solución más empleada en un principio consistió en la ocupación o alquiler de inmuebles vacantes. La lista de reutilizaciones es tan extensa

como clarificadora de las dificultades que siempre se tuvo para resolver el acuartelamiento de sus miembros y de sus familias, flexibilizando al máximo el concepto de casa cuartel para evitar ponerlo en crisis y mantenerlo como una fórmula consuetudinaria de la Guardia Civil.

De este grupo se localizan todavía casos procedentes de múltiples realidades –viviendas, ambulatorios, escuelas, comisarías–, por fortuna en clara minoría, como así ocurre con la actual comandancia de Alicante, antiguo Hospital del Rey: complejo militar del siglo XVII que, tras la Guerra Civil, pasó a manos de la Guardia Civil. Hasta hace pocos años, la torre de Sant Josep en la isla de Tabarca, torre de vigilancia costera del siglo XVIII, también fue reutilizada por la Guardia Civil, como apoyo a sus labores en el mar Mediterráneo. Otros ejemplos destacados son los procedentes de la antigua red de acuartelamientos de Carabineros que la Guardia Civil heredó tras absorberlo por la ley de 15 de marzo de 1940, como sucede en las localidades alicantinas de Sant Joan d'Alacant o de Moraira, que continúan prestando servicio tras más de un siglo de existencia, o el del Puerto de Mazarrón en Murcia, en donde todavía está operativo el edificio de aduanas que, para la casa cuartel de Carabineros anexa –ya desafectada–, se edificó en 1931 con proyecto del arquitecto Guillermo Martínez Albadalejo, mereciendo cierto reconocimiento por su inscripción en el registro Docomomo Ibérico. En algunos de estos inmuebles también se tiene documentada la intervención de Sainz de Vicuña, seguramente para efectuar algunas reformas de adaptación, mantenimiento o mejora.

Los modelos de posguerra

Como aplicación de las medidas aprobadas durante la Segunda República, tras la Guerra Civil se reunió al grupo de arquitectos conformado entre 1931 y 1935 y se dispuso a elaborar unos modelos de referencia para su rápida y fácil implantación en todo el país, independientemente de qué arquitecto los ejecutara (Pinzón-Ayala 2014). El soporte económico lo facilitó el recién creado Instituto Nacional de la Vivienda (INV), amparándose en ese carácter residencial que poseen las casas cuartel. A cambio, se tuvieron que aplicar sus normativas sobre viviendas, lo que permitió alcanzar unos mínimos de calidad que la Guardia Civil apenas había podido satisfacer en casi un siglo de existencia. Estos modelos se caracterizan por su planta en forma de U que enmarca un patio central, su carácter compacto y simétrico y una pronunciada imagen doméstica solo alterada por la presencia de las garitas de vigilancia, herencia de las escuetas normativas aprobadas en 1935 y que permaneció durante la década de los cuarenta y parte de los cincuenta, como clara alusión militar a la labor desarrollada tras sus muros (figura 2). En esta región levantina se formalizaron como cilindros que se situaban en esquinas opuestas, siendo uno de los elementos más singulares y diferenciadores que poseen las casas cuartel de este periodo.

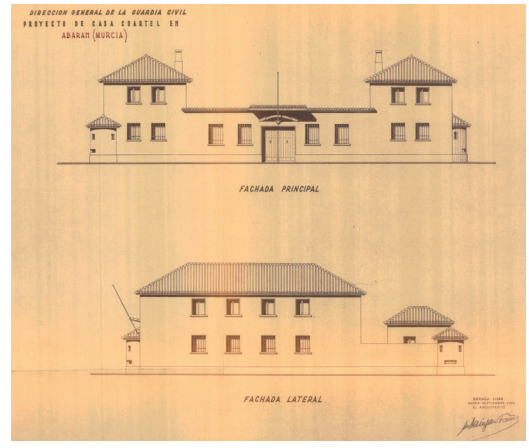


Figura 2. Proyecto de la casa cuartel de Abarán (Murcia). Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto, 1955. Fachada principal y fachada lateral. (ES.28079.ACSEV//MU-3604-RL)

De estos modelos se tienen documentados un total de 25 proyectos con la participación de Sainz de Vicuña. Debido a que no se incorporó oficialmente hasta 1945, es posible que en algunos de estos solo efectuara labores de dirección de obra. En la actualidad quedan operativas unas trece casas cuartel que son resultado de la aplicación de estos primeros modelos: Callosa de Segura, Callosa d'en Sarriá, Cocentaina y Villajoyosa en Alicante; Fiñana, Gádor, Turre y Vera en Almería –aunque esta última está en proceso progresivo de cierre–; Águilas, Archena, Beniel, Calas-

parra, Jumilla y Totana en Murcia. A estas habría que sumar otras cinco –Sax en Alicante, Chirivel en Almería y Caravaca de la Cruz, Cehegín y Cieza en Murcia–, como aplicaciones tardías de estos modelos de posguerra. Desafectadas se contabilizan unas siete casas cuartel, de las que dos han sido demolidas.

Un caso particular es la aportación de otros organismos de posguerra, como fue el caso de la Dirección General de Regiones Devastadas. De su más del centenar de proyectos de casas cuartel para la Guardia Civil (Pinzón-Ayala 2021), en estas provincias se localiza la todavía operativa de Dolores (Alicante) –proyecto firmado por Julio Ruiz Olmos y Juan Vidal Ramos (1955)– y un proyecto no ejecutado para Almería, del arquitecto José del Río y Soler de Cornellá (1951) (Ruiz 1993).

Los modelos sectoriales

La necesidad de ampliar el parque estatal de acuartelamientos llevó a que en 1945 –mediante la orden general del Cuerpo número 18 de 21 de junio– se ampliara la nómina de arquitectos adscritos a la Guardia Civil, sumando a cuatro técnicos más. La gran novedad que acompañó a estos nombramientos, además de que ya no se efectuaron por concurso público como en los casos precedentes, fue la sectorización del país en una distribución que se independizaba de la establecida por la organización periférica militar. De este modo, el Sector 5º Sureste agrupó a las comandancias de Almería, Murcia, Albacete, Ciudad Real, Toledo, Cuenca y Alicante y se asignó a Manuel Sainz de Vicuña, quien estuvo ligado a la Guardia Civil hasta los años ochenta, aunque con una reducción paulatina de su campo de acción.

A partir de la aprobación en 1954 de la nueva ley del INV sobre vivienda de renta limitada, los arquitectos de cada sector comenzaron a esbozar sus propios modelos. En el caso de Sainz de Vicuña, el más característico se forjó a partir del esquema planteado para los acuartelamientos de posguerra. Así, tomó el patio como elemento estructurante del complejo, pero fue atomizando los diferentes usos, renunciando poco a poco al conjunto compacto, para resolver en bloques independientes las dependencias oficiales, los pabellones y los edificios secundarios como garajes y cuadras (figura 3). Esto le permitió generar otro tipo de relaciones internas, condicionadas por la posición de los edificios y la forma de los espacios libres comunitarios, adelantándose así a las soluciones que preponderan en la actualidad. A partir de aquí, también introdujo otros tipos, resultado de sus ensayos habitacionales, como el propuesto para el Concurso de Vivienda Experimental de 1956 (Fernández-Isla 1997), con una planta en forma de estrella de tres brazos, como así se efectuó en Crevillent (Alicante) o en la ampliación de la casa cuartel de Vera (Almería), recientemente demolida (figura 4). El lenguaje empleado siempre fue de una gran sobriedad, caracterizando muchos de sus acuartelamientos con un despiece cartesiano de las fachadas enmarcando paños de fábrica de ladrillo visto, muy en línea con esa imagen residencial que se fue imponiendo poco a poco en los proyectos de casas cuartel (figura 5).

De sus modelos sectoriales se llegan a contabilizar hasta un total de 22 propuestas, de las que se mantienen operativas unas catorce: Castalla, Crevillent, El

Figura 3. Proyecto de la casa cuartel de Lorca (Murcia). Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto, 1960. Alzado principal. (ES.28079.ACSEV//MU-8187-RL)

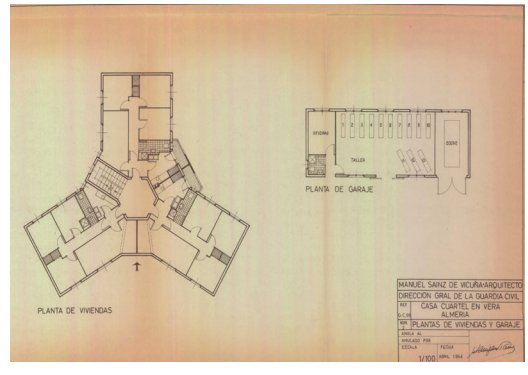


Figura 4. Proyecto de la casa cuartel de Vera (Almería), Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto, 1964. Plantas de viviendas y garaje. (ES.28079.ACSEV//AL-9211-RL)

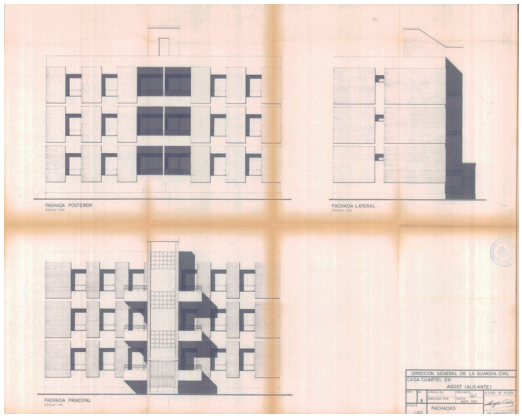


Figura 5. Proyecto de la casa cuartel de Agost, (Alicante), Manuel Sainz de Vicuña García-Prieto, 1970. Fachadas. (ES.28079.ACSEV//A-9903-RL)

Verger, Orihuela y Pego en Alicante; Abla, Albánchez, Huércal-Overa, Olula del Río, Tíjola y Zurgena en Almería –con el caso especial ya comentado de Vera–; Archivel, Bullas y Cabo de Palos en Murcia. Se han podido documentar hasta tres proyectos no construidos que se vinculan con esta etapa, como muestra de que no siempre estos procesos se culminaban con éxito. De entre las tres demolidas, destaca la de Lorca, debido a las consecuencias del terremoto de 2011.

Los grandes acuartelamientos, especialmente las comandancias situadas en capitales, serán excelentes oportunidades para desarrollar conjuntos más complejos, tanto en usos como en arquitecturas, generándose micro barrios que aspiraban a la autosuficiencia. Para ello optó por conjuntar diversos tipos, tanto los bloques en pastilla como las estrellas de tres brazos, como efectuó en la comandancia de Murcia, o en la recientemente demolida de Cartagena (figura 6, figura 7). De igual modo, también constan proyectos fallidos en las comandancias de Alicante y de Almería, con intentos en diferentes decenios (figura 8), en los que trataba de generar propuestas renovadas, tanto en la imagen de las fachadas, como en la distribución y organización de los diferentes elementos construidos. Aunque se sitúan fuera de nuestro ámbito de estudio, también se puede observar esta solución en la actual comandancia de Cuenca o en la de Toledo, en progresiva demolición, en la que se aprecia ese interés por mostrar otra imagen de lo que debía ser un acuartelamiento de la Guardia Civil (Pinzón-Ayala 2014).

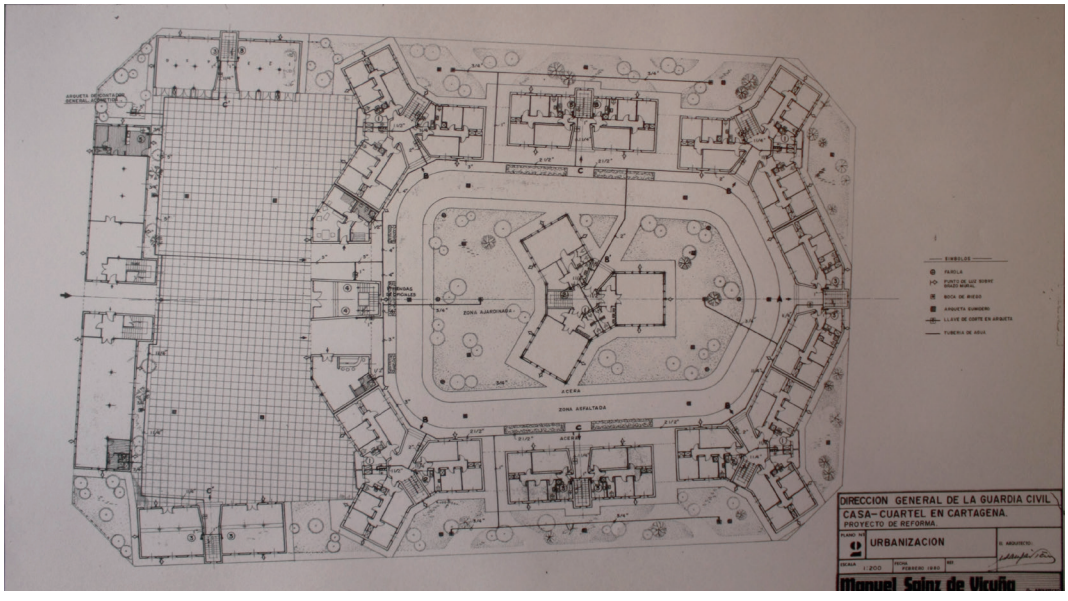


Figura 6. Proyecto de la casa cuartel de Cartagena (Murcia), Manuel Sainz de Vicuña, 1980. Urbanización. (Fondo Privado Manuel Sainz de Vicuña)

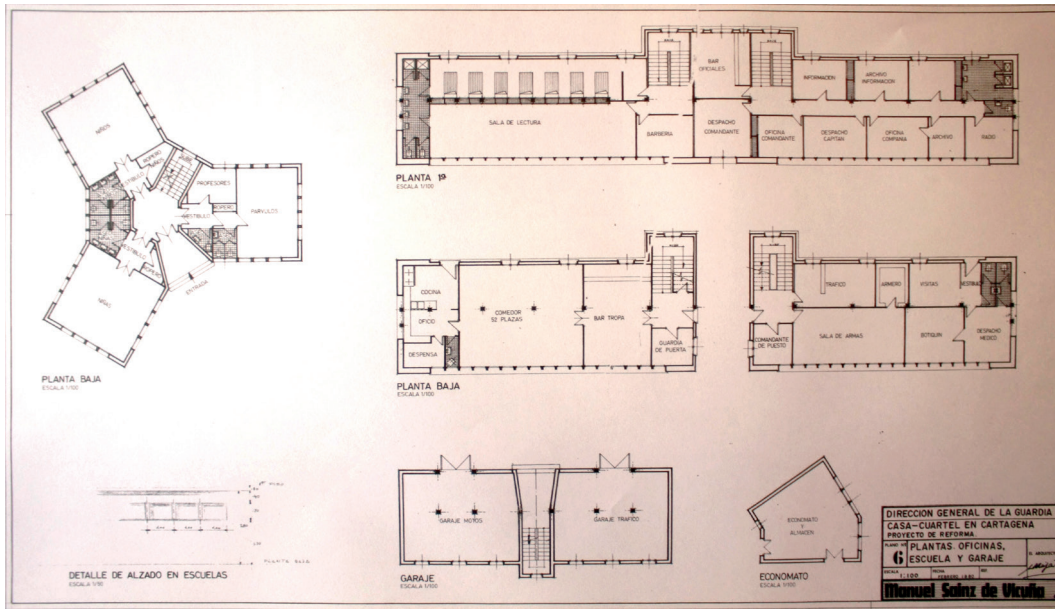


Figura 7. Proyecto de la casa cuartel de Cartagena (Murcia), Manuel Sainz de Vicuña, 1980. Plantas. Oficinas, escuela y garaje. (Fondo Privado Manuel Sainz de Vicuña)

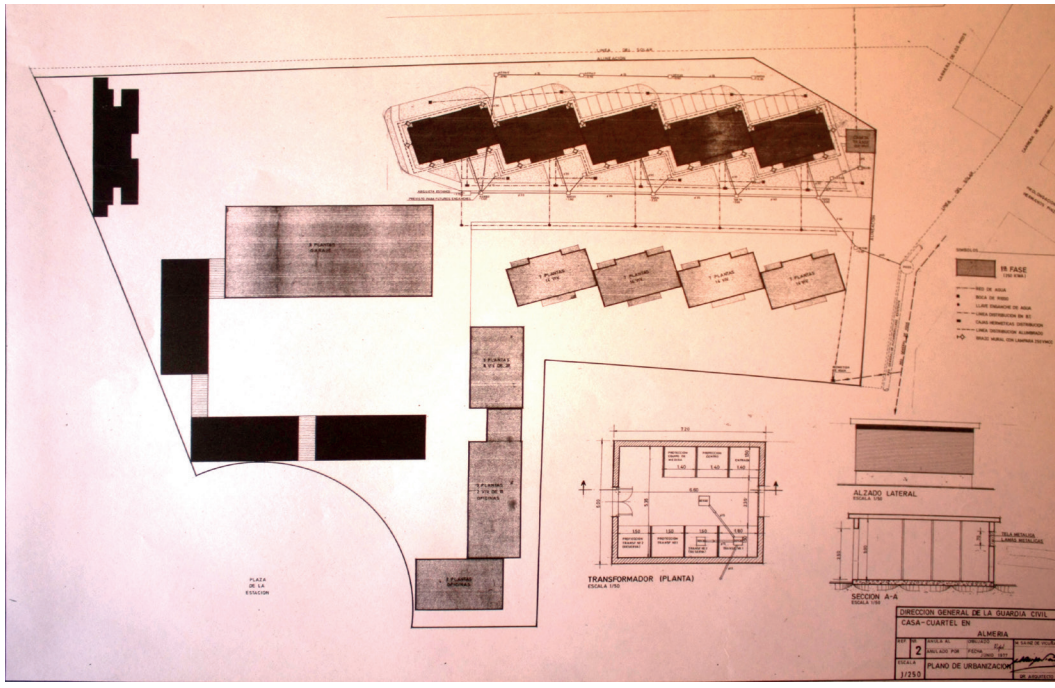


Figura 8. Proyecto de la casa cuartel de Almería, Manuel Sainz de Vicuña, 1977. Plano de urbanización. (Fondo Privado Manuel Sainz de Vicuña)

Los nuevos tipos: del cuartel a la casa

En los años recientes se han diversificado aún más las soluciones de casas cuartel debido, fundamentalmente, al aumento de arquitectos que han colaborado con la Guardia Civil –aunque en esta región todavía no se contabiliza la participación de ninguna arquitecta (Pinzón-Ayala 2022)–, disminuyendo, por tanto, la fórmula del modelo-tipo como ejercicio proyectual. En estos acuartelamientos predomina esa atomización ya aplicada por Sainz de Vicuña en sus modelos, evolucionando el edificio de dependencias oficiales y de pabellones hacia formalizaciones diferentes: los primeros hacia un lenguaje propio de los edificios de oficinas, los segundos hacia una mimetización con respecto a las construcciones residenciales del entorno. En líneas generales, la imagen militar de estos complejos se ha perdido, salvo por los rótulos o la presencia de la bandera, dando preponderancia al carácter civil y residencial que hace únicos a estos complejos.

Solo en este siglo se contabilizan unos quince acuartelamientos de nueva planta: Almoradí, El Campello, Elche y Santa Pola en Alicante; Cuevas del Almanzora, Gérgal, Pulpí, Serón, Tabernas, Vélez-Blanco y Vícar en Almería; Las Torres de Cotillas, Lorca, Los Alcázares y Yecla en Murcia. A estos hay que sumar otros tantos frutos de la etapa convulsa, pero muy productiva, del antiguo director de la Guardia Civil, Luis Roldán (1986-1993), como son las casas cuartel de Aspe, Guardamar del Segura, Jijona, Torrevieja y Xaló en Alicante; la propia comandancia de Almería, Dalías, El Ejido y Láujar de Andarax en Almería; Abarán, Fortuna, San Pedro del Pinatar, Santiago de la Ribera (San Javier), Santomera y Torre-Pacheco en Murcia.

La evolución constructiva de las casas cuartel del Levante

La evolución constructiva de las casas cuartel que proyectó Sainz de Vicuña durante más de tres décadas en exclusiva para el Levante mediterráneo experimentó continuos procesos de mejoras en sus soluciones, materiales y calidades, siempre acorde con la propia mejoría económica del país. Existen algunos elementos que muestran claramente estos cambios, aunque no siempre se aplicaban de manera colectiva, localizándose casos en los que todavía perduraban soluciones constructivas que ya habían sido superadas en proyectos previos. En el conjunto de planos se constata cómo aumenta, con el paso de los años, la necesidad de definir de manera más exhaustiva las diversas soluciones constructivas empleadas, aunque muchas de ellas solo sean soluciones tipo.

Un caso singular dentro la producción de Sainz de Vicuña es el proyecto no construido para la comandancia de Almería a mediados de los años sesenta, en el que se localizan interesantes comentarios sobre una cierta necesidad de integrar el acuartelamiento acorde con las características arquitectónicas y formales de la región, cuestiones que se trasladarán poco a poco a otras casas cuartel: «El conjunto de edificios se ha proyectado de modo que su aspecto quede entonado con las características peculiares de la región y ciudad de su emplazamiento. Se ha considerado que estas características peculiares en esta zona están constituidas por los volúmenes cúbicos de las edificaciones, de cubiertas planas y escasos de ornamentación, así como por la blancura de los paramentos contrastados con carpintería de color azul añil» (Sainz de Vicuña 1964, 2).

En cuanto a los elementos estructurales, predominan las soluciones vinculadas con los muros de carga de mampostería, traviesas de ladrillo y forjados con viguería de hormigón aligerados con piezas cerámicas, denominados ya como autárquicos en los proyectos de los años setenta, momento en el que también se mencionan soluciones con pilares de hormigón armado (figura 9). Las cubiertas, si bien en un principio se localizan de armadura de madera para cubiertas inclinadas de teja árabe, a partir de los cincuenta comienzan a solucionarse con tableros de rasilla sobre tabiquillos. Para el caso levantino, a partir de mediados de los sesenta, también se alternarán con cubiertas planas a la catalana, en esa búsqueda de soluciones cúbicas que se entienden propias de la región, tal y como se ha mencionado para el caso del proyecto no construido de Almería. Sobre la cimentación se recogen escasos comentarios, aunque siempre hay mención a la elevación de cota de la planta baja para evitar la transmisión de humedades, lo que obliga a situar varios escalones para el acceso tanto a las dependencias oficiales –en torno a los 30 cm– y a los bloques de pabellones –entre 60 y 85 cm–. Los cerramientos exteriores comenzarán, a partir de los años sesenta, a introducir mejoras

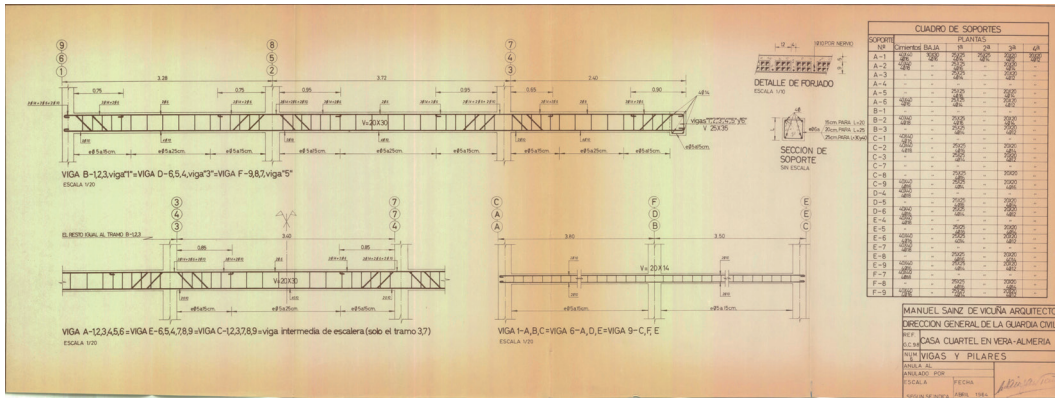


Figura 9. Proyecto de la casa cuartel en Vera (Almería), Manuel Sainz de Vicuña, 1964. Vigas y pilares. (ES.28079.ACSEV//AL-9211-RL)

constructivas, como la secuencia de ladrillo macizo de medio pie de espesor trasdosado con tabicón de ladrillo hueco doble con cámara de aire, aunque todavía no se especifican aislamientos de ningún tipo.

En los materiales para instalaciones también se aprecia una interesante evolución. Así, se pasa del empleo de tuberías de plomo y carpinterías de madera al uso de fibrocementos, hierros galvanizados y carpinterías metálicas ya desde mediados de los años sesenta. Otras mejoras que se encuentran son las primeras menciones a las cocinas con gas butano en los proyectos de los setenta o especificaciones más concretas como el uso de aparatos Roca para los aseos. A partir de los años sesenta se incorporan en los planos de detalles alzados de cocinas y baños, mostrando así la preocupación por estos espacios húmedos (figura 10). En cambio, otras mejoras como el uso de radiadores o calderas, que se recogían en otros puntos del país, todavía no se contemplaban en esta zona.

En las memorias de los proyectos también se puede detectar el estado general de los servicios municipales en cuanto a abastecimiento, electricidad y saneamiento. Son pocos los casos en los que se resuelven conectándose a la red municipal, dependiendo más de la presencia de pozos, depósitos para la recogida de aguas pluviales y fosas sépticas. Estas situaciones se daban tanto por la precaria situación de algunos municipios, pero también por el carácter periférico de los emplazamientos de las casas cuartel que dificultaban el acceder a las redes municipales que ya estuvieran implantadas. En cambio, la disponibilidad de parcelas aisladas favorecía la inclusión de ajardinamientos, sobre todo en los accesos tal y

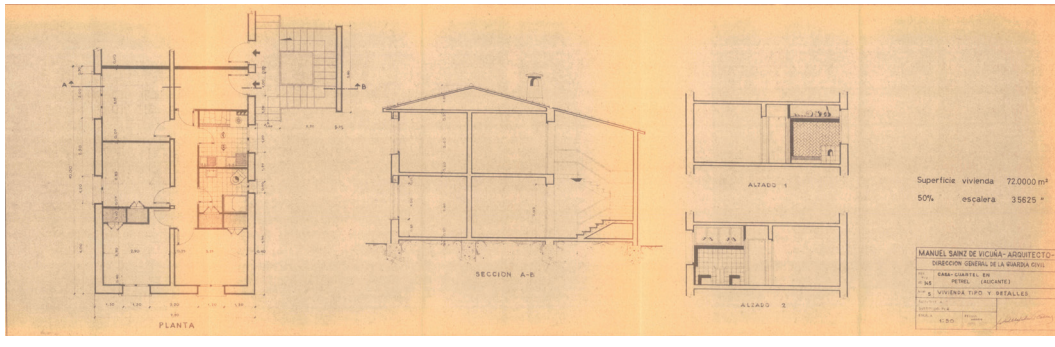


Figura 10. Proyecto de la casa cuartel de Petrel (Alicante), Manuel Sainz de Vicuña, 1962. Vivienda tipo y detalles. (ES.28079.ACSEV//A-8541-RL)

como se menciona en algunas memorias, incorporando así un plus de calidad a estos complejos.

Por último, la imagen de las casas cuartel también se reflejará en las memorias y en los planos de los proyectos consultados. Se pasó de unas iniciales fachadas encaladas en las que se podían dejar los zócalos en mampostería vista, a las que iban «alternativamente en fábrica de ladrillo macizo enfoscado y fábrica de ladrillo fino a cara vista», conformándose como una alternativa intermedia con respecto a otras regiones del país que apostaron decididamente por paramentos completos de fábrica de ladrillo visto tras una primera etapa de soluciones encaladas, como ocurrió en Andalucía. En casos puntuales también se recogerán las persianas del tipo corredera con carril al exterior, en una clara apuesta por la modernización estética de estos complejos, superando así aquellas rejas para los huecos de plantas bajas. Además, cuestiones menores como la solución de las cornisas como prolongaciones de forjado en lugar de abultados resueltos con fábrica de ladrillo, redundarán en las simplificaciones ornamentales hacia las que tenderán las casas cuartel, en esa búsqueda por enfatizar lo residencial sobre lo militar.

Estado actual: entre la demolición y el reúso

La red de acuartelamientos actual, comparada con la existente a finales de los años ochenta (Área de Infraestructura de la Guardia Civil 1988), muestra una clara reducción, acorde con las políticas que, en esta línea, empezaron a implementarse a nivel nacional en los años noventa, tanto por razones económicas, estratégicas o políticas con la aparición de las policías autonómicas en el País Vasco o Cataluña (Pinzón-Ayala 2016). En estas tres provincias la disminución gira en torno al 25 %, con un total de 53 inmuebles desafectados, de los cuales algo más de la mitad, unos 23, han sido demolidos, de los que ocho fueron proyectos firmados por Manuel Sainz de Vicuña, es decir, cerca de un 10 % de su producción en esta región que, en el mayor de los casos, solo alcanza los ochenta años de antigüedad.

Estas reconcentraciones de efectivos y de acuartelamientos han obedecido a diferentes lógicas según la provincia, aunque se aprecia una clara tendencia a adelgazar un parque de acuartelamientos que arrastraba todavía lógicas territoriales propias de la posguerra. Así, en Almería se produce un descenso de unos quince puestos, la gran mayoría vinculados a la herencia del Cuerpo de Carabineros que todavía en los años ochenta quedaba operativa. Tres municipios perdieron la presencia de la Guardia Civil, Alhabia, Los Gallardos y Lubrín, y, desde entonces, solo uno, Vícar, se ha sumado a la lista de municipios con presencia fija del Cuerpo. En Alicante, si bien el descenso de puestos es menor con respecto a las otras dos provincias, lo que le permite seguir siendo la que más puestos alberga, es en la que más términos municipales se ha perdido la presencia acuartelada de la Guardia Civil sin que se haya incorporado ninguno nuevo, como así ha ocurrido en Algueña, Beneixama, Benimantell, Benitachell, Biar, Busot, El Hondón de las Nieves, Mutxamel, Orba, Petrer, Planes y Quatretondeta. En el caso de Murcia, se establece un punto intermedio, ya que, por un lado, se ha efectuado la supresión del legado de Carabineros que seguía operativo, como en Almería, y, por otro, se han suprimido toda una serie de puestos satélites que se ubicaban en las pedanías de los amplios términos municipales de Murcia o Cartagena, enfatizando así la reconcentración de fuerzas en los acuartelamientos de referencia. La presencia acuartelada de la Guardia Civil se ha sumado a los términos municipales de Las Torres de Cotillas y Los Alcázares, con una nueva modalidad de acuartelamiento mixto en donde se comparten instalaciones con otros organismos municipales como la Policía Local o Protección Civil, y ha desaparecido en Alcantarilla, Albudeite y Librilla.

Las casas cuartel desafectadas suponen una oportunidad muy interesante para los intereses locales de incorporar algún equipamiento o incrementar el parque de viviendas (Pinzón-Ayala 2023). En estas provincias se localizan casos de reúsos en multitud de casos, especialmente en aquellos inmuebles que ya fueron reutilizados por la Guardia Civil en su momento. Existen reciclajes de algunos ejemplos de casas cuartel de nueva planta como ocurre en las localidades de Biar, El Hondón de las Nieves y Petrer en Alicante para Protección Civil, Policía Local y Cruz Roja, respectivamente; o Librilla en Murcia como edificio municipal. Otros casos como Benimantell en Alicante o San Javier en Murcia, de promoción particular o municipal, se han reconvertido en apartamentos y en museo. De este grupo hay un caso singular como es el de Algueña en Alicante, una casa cuartel que se resuelve con un modelo propio de posguerra,

Figura 11. Casa de la Música y Auditorio (MUCA) de Algueña (Alicante), 2012. Fachada principal. (COR Architecture 2012)

reconvertida como Casa de la Música y Auditorio (MUCA), bajo proyecto de COR Asociados Arquitectos (2012), que ha merecido una gran difusión en medios especializados y diversos premios, reconociendo así la capacidad que tienen estas arquitecturas para ser recicladas, mantener la memoria de lo que fue e incorporar nuevos programas (COR Architecture 2012; Pinzón-Ayala 2016) (figura 11).

Sin duda, la gran inversión en los próximos años se debe centrar en los acuartelamientos de Alicante y de Cartagena, siendo este último el más urgente tras la demolición efectuada en el 2023 de las instalaciones construidas a lo largo de los años sesenta, bajo proyecto de Sainz de Vicuña. Esta arquitectura sufrió importantes daños por los efectos de la dana de mayo de 2023 (Consejo de Ministros 2023), aunque la propia empresa constructora encargada de las obras de derribo, haciéndose eco de las noticias publicadas en prensa, añade «graves problemas estructurales como consecuencia de las características del suelo que los alberga, la calidad de los materiales de construcción y también la falta de mantenimiento» (Eneas 2023). Esta última cuestión resulta una constante en el parque de acuartelamientos de la Guardia Civil, debido al gran número de inmuebles que posee el Cuerpo y a los escasos presupuestos que se destinan para estas construcciones. La prueba de estas dificultades crónicas se manifiesta también en el caso cartagenero ya que, más de dos años después, todavía no se conoce el nuevo complejo. Lo que sí ha trascendido es que, como es norma en los nuevos acuartelamientos, el descenso de la oferta residencial será sustancial, aspirando a cubrir apenas el 50 % de los pabellones que había previamente.

Conclusiones

Las casas cuartel promovidas en las provincias de Almería, Murcia y Alicante proyectadas por el arquitecto Sainz de Vicuña entre los años cuarenta y ochenta del siglo pasado son una consecuencia directa de las limitaciones económicas, materiales y de mano de obra por las que atravesó España en la posguerra. La necesidad de asegurar la presencia acuartelada de la Guardia Civil en esta parte del Levante obligó a resolver estas arquitecturas con los medios existentes en cada momento y, al mismo tiempo, a mantener las herencias de épocas anteriores como los puestos de Carabineros que punteaban el litoral mediterráneo o los edificios ocupados por cesión o alquileres. La evolución constructiva experimentada durante las décadas franquistas nos muestra el interés por ir mejorando e incorporando nuevas soluciones y materiales, tratando de ofrecer así una mayor dignidad a estos conjuntos. Estas mejoras se aprecian especialmente en su oferta habitacional, lo que se tradujo en una imagen cada vez más residencial que, seguramente, ha favorecido una interpretación sesgada de estas arquitecturas como complejos no militares.

Las políticas de reconcentración de efectivos iniciadas en los años noventa han permitido deshacerse de un número importante de puestos. La tendencia en estas tres provincias manifiesta un claro interés por abandonar pequeñas localidades, normalmente del interior, conservando la presencia en los términos municipales con un mayor peso poblacional que suelen situarse en la zona de litoral, incluso aunque las competencias en seguridad no las posea la Guardia Civil. De este modo, este Cuerpo mantiene esa herencia histórica de presencia militarizada en esta zona del Levante, aunque sea desde otras lógicas de servicio.

Otra cuestión relevante es la falta de mantenimiento y modernización de las instalaciones, lo que ha obligado y/o favorecido que a lo largo de las últimas décadas se haya producido el cierre, cuando no directamente la demolición, de algunos de estos complejos. Así, de los casi noventa proyectos de Sainz de Vicuña que llegaron a traducirse en casas cuartel operativas, se mantienen en la actualidad apenas unas cincuenta. Esta pérdida resulta más gravosa en aquellos casos en los que el acuartelamiento queda desafectado, ya que podrían convertirse en elementos fácilmente reciclables que respondan a los intereses locales y permitan mantener viva la memoria de esta peculiar arquitectura militar.

Lista de referencias

Área de Infraestructura de la Guardia Civil. 1988. *Plan de Modernización de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado*. Madrid: Dirección General de la Guardia Civil.

Boira Maiques, Josep Vicent. 2007. *Las torres del litoral valenciano*. Valencia: Conselleria d'Infraestructures i Transport.

Comandancia de Alicante. 2017. *La Guardia Civil en Alicante. Imágenes de las casas cuartel*. Alicante: Comandancia de Alicante.

Consejo de Ministros. 2023. Interior. Demolición y reconstrucción del acuartelamiento de la Guardia Civil de Cartagena. Consultado el 21 julio, 2025. https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/Paginas/2023/refc20231010.aspx

COR Architecture. 2012. Auditorio y Escuela de Música MUCA. Consultado el 21 de julio, 2025 https://cor.cc/project/auditorio_escuela_musica_muca/

Eneas. 2023. Comienza el derribo de los edificios del cuartel de la Guardia Civil de Cartagena. Consultado el 21 de julio, 2025. https://www.eneasa.es/comienza-el-derribo-de-los-edificios-del-cuartel-de-la-guardia-civil-de-cartagena

Fernández-Isla, J. M. 1997. *La vivienda experimental. Concurso de viviendas experimentales de 1956.* Madrid: Fundación Cultura COAM.

García Braña, Celestino, Susana Landrove y Ana Tostões. eds. 2004. *La arquitectura de la industria, 1925-1965.* Barcelona: Registro DOCOMOMO Ibérico, Fundación DOCOMOMO Ibérico.

Landrove, Susana. ed. 2011. *Ocio, comercio, transporte y turismo, Registro DOCOMOMO Ibérico, 1925-1965*. Barcelona: Fundación DOCOMOMO Ibérico, Fundación Caja de Arquitectos.

Pinzón-Ayala, Daniel. 2014. Las casas-cuartel de la Guardia Civil durante la II República y el franquismo: la desconocida labor de un grupo de arquitectos. *Boletín Académico*, 4: 71-82.

Pinzón-Ayala, Daniel. 2016. Una arquitectura para trabajar y vivir en colectividad. La casa cuartel de la Guardia Civil. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.

Pinzón-Ayala, Daniel. 2020. Las casas cuartel de la Guardia Civil y de Carabineros: estudios y proyectos inéditos de González Edo en la costa malagueña. *Boletín de Arte,* 41: 181-193.

Pinzón-Ayala, Daniel. 2022. Los acuartelamientos de la Guardia Civil proyectados por arquitectas. Revisión de sus contribuciones en los últimos cincuenta años. *Cuaderno de Notas*, 23: 136-147.

Pinzón-Ayala, Daniel. 2023. Las casas cuartel de la Guardia Civil del franquismo: limitaciones y potencialidades de un patrimonio marginal. *Informes de la Construcción*, 75(569): e489.

Real Academia de la Historia. 2022. Manuel Sainz de Vicuña y García-Prieto. Consultado el 21 de julio, 2025. https://historia-hispanica.rah.es/biografias/52183-manuel-sainz-de-vicuna-y-garcia-prieto

Rodríguez Pérez, María José. 2018. *La red de paradores: arquitectura e historia del turismo, 1911-1951*. Madrid: Turner.

Ruiz García, Alfonso. 1993. *Arquitectura, vivienda y reconstrucción en la Almería de posguerra (1939-1959).* Almería: Instituto de Estudios Almerienses.

Sainz de Vicuña García-Prieto, Manuel. 1964. *Proyecto de casa-cuartel de la Guardia Civil en Almería –Capital–. Memoria*. Madrid: Dirección General de la Guardia Civil.

Santos y Ganges, Luis y Laura Lalana-Encinas. 2022. Las torres del telégrafo óptico español. Antecedentes y variantes del tipo arquitectónico. *VLC*, 9(1): 247-274.

El castillo y el poblado de Jinquer. La arquitectura en la memoria y el paisaje de la sierra de Espadán

Maria Pitarch Roig
Laura Guiomar Mantecón Tagarro
Pasqual Herrero Vicent
Joaquín Alfonso Llorens

Los restos del Castillo y del Poblado de Jinquer se encuentran en un entorno privilegiado dentro de la Sierra de Espadán, en el término municipal de Alcudia de Veo. Lo que hace singular este conjunto, además de su ubicación, es su gran potencial arqueológico y la vinculación histórica entre ambos elementos. Sólo el castillo está declarado Bien de Interés Cultural (Monumento), pero en su historia también tiene un papel importante el poblado que le debe su nombre.

Por un lado, del castillo se conserva gran parte del trazado de su recinto principal, dominando el valle desde lo alto de una formación rocosa. En su interior, hoy oculto bajo una capa de rellenos y vegetación, se intuye la presencia de otras estructuras que podrían facilitar su interpretación y su caracterización tipológica.

Del poblado se conserva la huella del trazado de sus calles a través de los muros de sus casas, así como algunos elementos constructivos propios de una tipología arquitectónica con una escala residencial. La iglesia, en el punto más alto del poblado, lo domina y actúa como puerta de paso al camino de subida al castillo. Además, este entorno cuenta con un gran número de estructuras de la Guerra Civil, relato de un momento histórico trascendental en el territorio.

El estudio exhaustivo de los elementos conservados ha permitido realizar una primera caracterización tipológica y constructiva del conjunto, así como identificar sus afecciones patológicas. En este análisis han tenido un papel fundamental las condiciones orográficas del entorno y la noticia histórica de la ocupación y abandono de ambos lugares.

Su singularidad hace necesaria su protección y conservación siguiendo unos criterios estrictos de preservación de la memoria histórica y de integración paisajística en el Parque Natural. Además, la fragilidad del conjunto lo hace especialmente sensible a las amenazas de la influencia antrópica no acompañada y del abandono. Se ha redactado un Plan Director de recuperación del Castillo de Jinquer que debe servir como punto de partida para la puesta en valor de ambos bienes. Las actuaciones previstas deben integrar la participación ciudadana como mecanismo de recuperación de la memoria histórica.

Contexto histórico y territorial

La primera noticia histórica del origen del castillo es de época andalusí, pudiendo contar con estructuras de entre los siglos XI y XIII. El poblado, vinculado igualmente a una alquería andalusí, podría datar de fechas similares atendiendo a los restos conservados y a la documentación consultada. No obstante, cabe señalar que son pocas las noticias de este periodo, por lo que es especialmente importante el análisis constructivo y tipológico de los restos como herramienta de datación.

Maria Pitarch Roig, Laura Guiomar Mantecón Tagarro; Arquitectas – El fabricante de espheras, Coop. V.; Pasqual Herrero Vicent – El fabricante de espheras, Coop. V.- Universitat Politècnica de Valencia; Joaquín Alfonso Llorens – Arqueólogo. Arqueologia i Patrimoni S.L.

Figura 1. Vista general del castillo (El fabricante de espheras 2024)

Las fuentes bibliográficas consultadas indican que el Castillo de Jinquer formaba parte del Alcaidazgo de Eslida desde el siglo XIII hasta bien entrado el siglo XVI, junto a los de Eslida, Ahín, Suera, Veo y Fanzara. En el Llibre del Repartiment consta que fue donado por el monarca aragonés a un tal Eximén de Almonacid el 2 de mayo de 1239: «A Eiximén Almoravit, l'Alquería que está junt a Almonasir i s'anomena Xinquer, amb forns i Molins» (Cabanes 1979; García Edo 1990; Franco 2004).

Es posible que tanto la alquería como la fortificación estuvieran despobladas en algunos periodos de su historia, pudiendo quedar abandonadas de forma intermitente. Una de las pocas noticias concretas respecto a la alquería de Xinquer data de 1278, donde aparece relacionada junto a todas las aljamas del Reino de Valencia, como beneficiaria de documentos reales de perdón y o de franquicia (Guichard 2001).

El 14 de marzo de 1365 el rey don Pedro concede el perdón y nuevas condiciones de población a los mudéjares de la Vall de Veo, Benitandús, Xinquer y Aín refugiados en la Sierra de Eslida, después de la Guerra de los dos Pedros en la que se posicionaron a favor del rey castellano (Guinot 1991; Gómez 2015).

Posteriormente, en torno a 1525-26 se perdió el Castillo de Xinquer cuando las tropas convocadas por la corona no fueron capaces de sofocar la revuelta mudéjar de la Sierra de Espadán. La población continuó siendo durante siglos musulmana (mudéjar y morisca) hasta 1609, momento en el que se decretó la expulsión de los moriscos.

A finales del s. XVIII, Cavanilles dice someramente respecto a Xinquer que es un pequeño lugar de la Sierra de Espadán, dependiente de Alcudia de Veo, de habla churra, y la califica de «aldea infeliz de solas tres familias» (Cavanilles 1795).

Pascual Madoz, a mediados del siglo XIX, cuando se refiere a Alcudia de Veo indica «Tiene esta parroquia tres anejos ó sufragáneas, una en Veo servida por el mismo cura de la matriz, otra en Benitandus á cargo de un capellán de patronato familiar del Barón, Sr, de dícho pueblo, y otra en Jinquer" (Madoz 1847).

Durante la Guerra Civil se desarrollaron varios enfrentamientos propios del sistema de guerrillas en todo el entorno dando lugar al abandono definitivo del poblado de Jinquer.

Contexto paisajístico

La unidad de paisaje en que se encuentran el Castillo de Jinquer y el despoblado está delimitada a nivel visual por elevaciones y valles que configuran el paisaje en todos sus lados (entre los que pueden encontrarse otros castillos como el de Mauz en Sueras, el de Alcudia de Veo o el de Villamalur). La fortificación se asienta sobre un monte al oeste del poblado, prácticamente exento, a unos 684 msnm. Está delimitada a nivel visual por el río Veo, que se encuentra a una cota inferior. Esta elevación relativa propicia la conexión visual con elementos representativos del propio Parque Natural de la Sierra de Espadán, destacando montañas importantes como La Almenarilla (876m de altura) o el Puntal del Gordo (764m de altura).

La orografía del terreno y la abundante vegetación tapan gran parte de las estructuras del castillo, aunque algunos de sus elementos más representativos destacan en la unidad visual, especialmente desde la cuenca del río Veo. Todo ello, junto a su materialidad y la limitada altura conservada de algunos de los muros, consigue que se desdibuje desde muchos puntos de aproximación. Aunque el grado de visibilidad es bastante bajo, cabe señalar que son los restos de las torres y los lienzos del sureste de la fortaleza los elementos más reconocibles a larga distancia. En cambio, para visualizar los lienzos de la parte norte, oeste y este es necesaria la aproximación hasta el mismo emplazamiento.

En cuanto al poblado, a excepción de la iglesia todos sus elementos están mucho más arrasados y la vegetación los ha engullido en muchos casos, dificultando notablemente su visualización e interpretación.

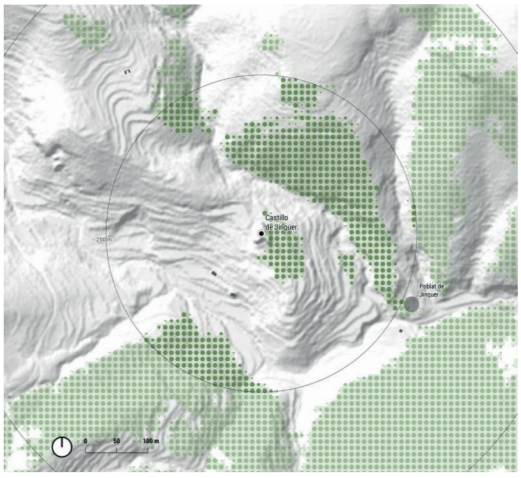


Figura 2. Diagrama de visibilidad (El fabricante de espheras 2024)

La relación entre ambos elementos es limitada, aunque cabe suponer que sería mucho más evidente en los momentos de mayor desarrollo y esplendor del conjunto.

El Castillo de Jinquer. Descripción y técnicas constructivas

El Castillo de Jinquer es una fortificación medieval de planta irregular asentada, principalmente, sobre la roca y a lo alto de un pequeño cerro. El castillo se adapta a la orografía del terreno y ocupa una superficie aproximada de 620m^2. El recinto tiene una dimensión máxima de 36,50m en dirección norte-sur y de 26,50m en dirección este-oeste.

Según los restos conservados, la fortificación podría contar con varios recintos además del visible en lo alto del cerro.

Los lienzos de muralla que conforman el castillo, mayoritariamente de tapia de mampuestos o mampostería, se refuerzan en algunos puntos con elementos singulares como son la torre de planta circular ubicada en el lienzo este o la torre rectangular del lienzo oeste, de dimensiones variables.

El elemento más representativo del recinto amurallado del castillo es el lienzo sureste, que domina la explanada del cerro. Tiene unas dimensiones aproximadas de 5m en planta por 5,50m de alto,

Figura 3. Detalle del lienzo este del castillo (El fabricante de espheras 2024)

con un espesor de muro variable desde los 0,40m de la parte superior a los 0,80m de la base. Cuenta con un gran hueco central a modo de ventana hacia el río y el poblado, de 1,2x2,7m, aunque no es posible determinar su geometría porque ha sufrido pérdidas de material. En la parte superior se puede leer el arranque de cuatro merlones, de los que se desconocen las dimensiones exactas. Si contaba con revestimiento o costra se han perdido con el paso del tiempo. Igualmente, es difícil identificar los elementos característicos del sistema constructivo y parece que se realizaron pequeñas reparaciones puntuales durante su historia.

El acceso original del castillo estaría en el lienzo este y, aunque se ha perdido la escalera y el resto de los elementos que lo configuraban, todavía puede verse un hueco que se usaría como puerta. De éste se han perdido las plementerías y el arco, y está parcialmente taponado con rellenos de tierra y otros materiales en el interior del recinto.

El recinto exterior se completa mediante una serie de muros de grandes dimensiones con algunas torres intercaladas. Son lienzos de muro de espesor variable, generalmente entre 0,50m y 0,85m, aunque existen zonas con solo 0,40m. Aunque algunos tramos conservan muy poco desarrollo en altura, otros tienen hasta 8,5m, pudiendo leer la altura completa en el caso de los lienzos sur, este y oeste gracias a las almenas y merlones.

En la cara interior del muro oeste, sobresaliendo del relleno de tierra y material arqueológico, se ven los restos de un posible paso de ronda, con un espesor de 0,80m.

En cuanto a las dos torres existentes, la ubicada en el lienzo oeste es de planta rectangular. Mide 3,5m de lado y sobresale 1,60m del plano exterior del muro, con una altura máxima conservada de 10m. La torre del lienzo este es de planta sensiblemente circular, con un radio aproximado de 1,60 y una altura máxima conservada de 7,40m.

Entre los elementos conservados no se han podido identificar restos de bóvedas u otras estructuras horizontales.

En el interior del recinto pudieron existir otras construcciones o estancias, ya que se aprecian algunos arranques de muro, pero no será hasta que se desarrolle la campaña arqueológica que puedan verificarse.

Cabe distinguir entre dos tipos de muro dentro de la fortificación y su entorno descritos a continuación:

Muros de mampostería

Se encuentran de forma generalizada en todo el castillo, especialmente en las torres. Esta materialidad también podría estar presente en la base de muros de tapia o corresponderse con una solución puntual en mampostería como respuesta a la orografía del terreno.

Los diferentes tramos se componen de hiladas regulares de mampuestos careados de tamaño medio (probablemente de piedra del lugar). Están tomados con mortero de agarre, presumiblemente de cal.

Figura 4. Detalle del interior del castillo (Joaquín Alfonso Llorens 2024)

Muros de tapia de mampuestos

Este tipo de tapia es la que predomina en los muros del castillo, junto con la mampostería. En algunas zonas resulta difícil por el estado de conservación determinar las diferencias entre ambas.

Se ha perdido la costra en la mayoría de los casos, pero aún pueden verse algunas líneas horizontales del tapial y orificios propios de las agujas de madera empleadas en la construcción del muro. Estas marcas se encuentran muy deterioradas y resulta difícil determinar la dimensión de las agujas, pero parecen ser de sección rectangular. La altura de las tongadas y el espesor de los distintos lienzos es variable. En este tipo de tapia el material predominante es la piedra, asentada sobre hormigón de cal. Un estudio más detallado durante las fases de intervención (despejando los lienzos de vegetación) permitirá conocer su métrica y datar las estructuras.

Una de las zonas en las que mejor se observa la técnica constructiva de tapia de mampuestos es en el lienzo este, junto a la torre semicircular. Se trata de un lienzo de muralla de cierre del castillo en muy mal estado de conservación pero que, parcialmente, conserva toda su altura. Por tanto, en esta zona se puede ver que la muralla se asentaba sobre la roca madre existente, adaptándose a las irregularidades de la misma mediante mampostería en la parte baja.

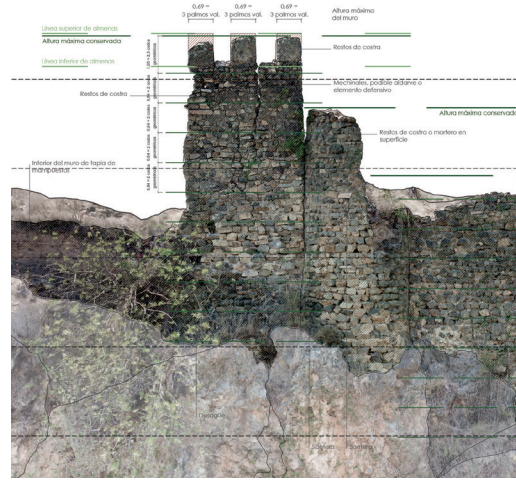


Figura 5. Planimetría de análisis constructivo del lienzo este del castillo (El fabricante de espheras 2024)

Una vez salvadas las irregularidades de la roca, el muro continúa hacia la parte superior mediante tapia de mampuestos con 9 tapialadas de 84cm de altura (2 codos geométricos) y, finalmente, se remata en la parte superior con un cuerpo de merlones o almenas de 1,02m de altura (2,5 codos geométricos).

El Poblado de Jinquer. Descripción y técnicas constructivas

El poblado del Jinquer está a unos 250m en línea recta al este del castillo, elevado unos 625msnm, en el margen norte del río Veo y junto al camino que unía Alcudia y el resto del valle hasta Onda (este) y el Collado de la Nevera de Algimia de Almonacid (oeste).

No se conservan muchas noticias o documentos referidos al poblado o alquería del Jinquer en época bajomedieval, pero la documentación conservada indica que pudo ser una alquería de época andalusí dependiente del Alcaidazgo de Eslida y poblada desde los siglos XI-XIII, posiblemente de forma intermitente, hasta que la llegada del frente de la Guerra Civil obligó a la evacuación de sus habitantes en 1938.

A través de las estructuras y partes de las construcciones conservadas se puede ver que el poblado estaba formado por tres agrupaciones de viviendas y corrales distribuidas alrededor de dos calles principales orientadas de norte a sur y que generaban dos caminos de subida hasta la construcción ubicada en la parte más alta: la Iglesia del Jinquer (dedicada a la Purísima Concepción tras su reconstrucción). Al norte de la iglesia existen restos de dos construcciones de pequeño tamaño que pudieron pertenecer también al poblado (se desconoce el uso y configuración de las mismas).

Figura 6. Planimetría del poblado, planta general y alzado por la calle oeste (El fabricante de espheras 2024)

Al ser escasa la información documental, es especialmente importante el análisis constructivo y tipológico de los restos como herramienta de datación.

Iglesia del Jinquer

La iglesia es el elemento más característico del poblado, tanto por su posición elevada como por su estado de conservación. Se trata de una iglesia de estilo neoclásico construida sobre restos de edificaciones anteriores.

Es de nave única con unas dimensiones en planta de 8,70x5,60m, una altura máxima en fachada de 7,50m y unas construcciones anexas a las caras norte y este por el exterior. Conserva los cuatro muros que delimitan el espacio principal, los contrafuertes laterales y algunos elementos singulares como pilastras interiores, el altar o algunos revestimientos originales.

Los muros de la iglesia son de mampostería de piedra del lugar de 62cm de espesor y cuentan con reparaciones y refuerzos realizados con fábrica de ladrillo macizo (de 28x14x3cm y juntas entre ladrillos de 3cm de espesor) en la parte alta de las esquinas, en el vano de la puerta de acceso, en las pilastras interiores y en los arranques de los arcos interiores. En los lados largos de la iglesia hay dos contrafuertes por cada lado (paralelos a la fachada principal y situados cada 2,15-2,20m con respecto a la misma) realizados con mampostería y fábrica de ladrillo de 62cm de espesor y 1m de longitud aproximadamente, cuya función sería contrarrestar los empujes de los arcos interiores de la iglesia que sostenían la bóveda evidenciada por los arranques de arco sobre las pilastras de ladrillo del interior de la nave.

La cubierta y cualquier otro elemento horizontal interior han desaparecido completamente. Aun así, los restos de muros y pilastras conservados indican que la iglesia contaría con una cobertura a dos aguas.

En el interior de la iglesia se han conservado elementos singulares como el altar o la cornisa realizada con ladrillo cerámico macizo. El altar está formado por dos columnas de yeso, de sección circular, con basamentos y capiteles con hojas de acanto. Sobre ellas descansa un dintel ornamentado de remate. En

Figura 7. Interior la iglesia del poblado y altar (El fabricante de espheras 2024)

Figura 8. Alzado por la calle oeste (El fabricante de espheras 2024)

el espacio entre columnas hay una hornacina, presumiblemente para ubicar al icono religioso.

En lo referente a los acabados, se pueden encontrar algunos restos de los acabados interiores de yeso de iglesia (especialmente en la zona del altar y junto al vano de acceso), pero están en muy mal y no conservan ningún tipo de elemento pictórico o decorativo que nos pueda mostrar cómo sería interiormente la iglesia. También se conserva parte del revestimiento de la fachada principal y huellas de proyectiles en la propia fachada que podrían pertenecer a la Guerra Civil, así como restos de la espadaña.

Casas de Jinquer

El resto de construcciones del poblado tendrían un uso principalmente residencial o como pequeños corrales de ganado y se organizan en agrupaciones que generan pequeños espacios públicos: dos calles paralelas entre sí que conectan el cauce del río Veo con la iglesia. La calle situada más al este continuaría para conectarse con las construcciones ubicadas más al norte y con el sendero de subida al castillo.

Las edificaciones del poblado se desarrollan en una pequeña colina por lo que algunas de ellas están adosadas a los desniveles existentes y se ajustan a la orografía del lugar de forma orgánica. Este tipo de construcciones son habituales en pequeños poblados de la comarca y del interior de la provincia de Castellón y se caracterizan por ser edificios de poca superficie en planta y de dos alturas, la inferior adosada al desnivel y la superior emergente, con el nivel del suelo de la planta superior a la altura de la calle o de la era (gran espacio libre exterior destinado al trabajo de campo). En estas construcciones se solía ubicar el granero en la planta superior y la vivienda y el corral (en el caso de que no se encontrara en una construcción exenta) en la planta baja.

Aunque el mal estado de conservación y la presencia de vegetación y rellenos impiden caracterizar todas las estructuras y las técnicas utilizadas durante su construcción, se han identificado los muros y arcos de mampostería que formaban parte de las estructuras verticales de soporte de las viviendas y corrales. Generalmente, estas estaban formadas por muros de mampostería de piedra del lugar de entre 40 y 65cm de espesor que delimitaban perimetralmente las construcciones y que separaban las diferentes propiedades en el sentido perpendicular a los caminos de subida al poblado. En paralelo a las fachadas existían una serie de arquerías y muros que delimitaban los espacios y soportaban las cubiertas y forjados. Además, el acceso a las diferentes edificaciones se realizaba por la fachada recayente al camino mediante arcos de medio punto de mampuestos ligeramente trabajados que formaban una fachada conjunta con una sucesión de arcos.

Según los restos conservados, las edificaciones contaban con forjados intermedios realizados con vigas de madera y un entrevigado de tablas de madera o tablero cerámico. Las cubiertas (se han perdido prácticamente todas excepto un fragmento del corral ubicado al noroeste) eran mayoritariamente a un agua (siguiendo la dirección de la pendiente del terreno) y estaban compuestas por vigas o rollizos de

Figura 9. Alzado por la calle oeste (El fabricante de espheras 2024)

madera, un entramado de cañizo y una cubrición de tejas cerámicas curvas.

En lo referente a acabados interiores, se conservan algunos enfoscados muy puntuales en algunas de las construcciones, pero no se han podido identificar pigmentos o colores de acabados originales.

La gran presencia de vegetación, además de dañar las estructuras, no permite leer con claridad el conjunto y puede estar ocultando elementos singulares, como podrían ser pavimentos empedrados o estructuras propias del uso cotidiano.

Estado de conservación de las estructuras del conjunto

La metodología empleada para abordar el análisis del estado de conservación actual se basa en un mapeado de las afecciones patológicas detectadas en las fábricas, a través de un trabajo de campo realizado in situ y de la información obtenida del levantamiento fotogramétrico.

Figura 10. Restos conservados de una casa típica (El fabricante de espheras 2024)

Los principales factores de alteración son el agua, el viento y la acción geológica que, unidos al abandono y la falta de mantenimiento, han dado lugar al actual estado de degradación.

Ambos elementos, castillo y poblado, presentan una serie de daños estructurales significativos. En el tiempo transcurrido desde la redacción del Plan Director (2024) hasta la formulación de este artículo (2025) se han podido documentar pérdidas de material y derrumbes en ambos lugares, siendo uno de los más relevantes el desprendimiento producido en el lienzo este del castillo. En esta zona ya existían importantes grietas longitudinales pasantes, posible fruto del movimiento de la cimentación y de la pérdida de arriostramiento y estructuras laterales, que suponían uno de los mayores riesgos de inestabilidad. La roca sobre la que se asienta el castillo se encuentra en constante movimiento y las discontinuidades y grietas que se producen en su geometría son claramente trasladables a las del propio castillo. Estos movimientos producen el asentamiento de una parte de las estructuras, dejando estáticos otros tramos, lo que provoca la rotura de las fábricas y derrumbes ocasionales. La acumulación progresiva de mampuestos en la base de la roca es un claro testigo de estas pérdidas de material.

En varios puntos del recinto hay grandes pérdidas de material, quedando incluso a la vista el interior de los muros de tapia (pueden apreciarse en algunos casos las tongadas de construcción interiores).

El poblado, por otro lado, presenta también grietas importantes, tanto por pérdida de arriostramiento de los muros y asientos en el terreno como por discontinuidad en el aparejo. En el primer caso, se producen

Figura 11. Restos de uno de los arcos del Poblado de Jinquer (El fabricante de espheras 2024)

por razones similares a las del castillo, en una situación acrecentada por la continua pérdida de estructuras. De forma general, las construcciones han perdido las cubiertas y los forjados, dejando la coronación de los muros descubierta. Además, los rellenos del terreno y las escorrentías provocan desplazamiento en las cimentaciones y dan lugar a desprendimientos de material. En el segundo, estas grietas suelen estar asociadas a reparaciones y añadidos y no tienen la misma magnitud. Un caso singular son las grietas que aparecen en las columnas de yeso del altar, que las recorren verticalmente.

A nivel material, existen otras afecciones patológicas con importante presencia en los restos del conjunto. Entre ellas cabe destacar la pérdida de material por erosión (fruto del lavado del agua y de la acción del viento principalmente), la presencia de vegetación (que crece incluso en el interior de los muros, generando presiones y provocando una mayor pérdida de material), la presencia de humedades tanto por capilaridad como por filtración, la pérdida de coronación de los muros (asociada a la desaparición de las cubiertas en el caso del poblado) o la aparición de elementos impropios y reparaciones que generan incompatibilidades, especialmente en el caso de la iglesia, y cuya datación podría determinarse en el estudio estratigráfico.

Conclusiones y conservación futura

Conservar el patrimonio debe entenderse como una acción en equilibro entre la preservación de los propios restos y las necesidades de su entorno y de la población local. En un caso como este, supone buscar la compatibilidad entre la conservación de la materia e incluso la restauración parcial de los valores del bien y las implicaciones que estas medidas puedan tener en el territorio, considerando incluso que toda labor más allá de la mera conservación supondrá una pérdida de autenticidad y tal vez de integración en el paisaje desarrollado a lo largo de los años.

En el caso particular del Castillo de Jinquer, la componente paisajística tiene un valor por sí misma. Su monumentalidad, que lo sitúa en una posición de dominio sobre el terreno, y su total abandono, que ha permitido la colonización de sus estructuras y recintos por parte de la naturaleza, lo han transformado en un hito paisajístico más que en un conjunto defensivo. Asimismo, al tratarse de un bien de titularidad privada vinculado a una población activa en la defensa del patrimonio natural local, las actuaciones que se han llevado a cabo en su entorno de protección tienen un carácter de fomento de la biodiversidad y sería interesante poder vincular ambos aspectos a la hora de repensar su estrategia de puesta en valor.

El castillo, además, tiene un grado de complejidad adicional que viene dado por la roca sobre la que se asienta. Al tratarse de una formación geomorfológica activa que ha sido colonizada por el ser humano, la conservación de los restos podría requerir una intervención más allá de la mera consolidación ya que el riesgo de desprendimiento es más elevado. El impacto de construir sobre este tipo de estructuras naturales resulta evidente en el alzado sureste del castillo, donde la discontinuidad de la roca se extiende clara-

Figura 12. Poblado de Jinquer (El fabricante de espheras 2024)

mente a los paramentos del castillo. Se trata de un fenómeno que se produce en otros puntos y que supone una de las mayores vulnerabilidades del bien. Para generar un atado efectivo de las estructuras que evite el crecimiento de las grietas será necesario coser también el origen de las mismas en la roca, para lo que habrá que realizar un estudio topográfico y geotécnico que permita establecer el grado de estabilidad del conjunto.

Aunque la roca pueda poseer una alta capacidad de carga, los probables esfuerzos tectónicos a los que se ve sometida han ocasionado un cierto grado de fracturación que la debilita y disminuye las buenas condiciones que sin duda serían una de las razones que propiciaron la construcción del castillo originalmente.

Por otro lado, el Poblado de Jinquer arrastra un valor de memoria histórica que va asociado a la realidad de destrucción. El poblado constituye la prueba de la presencia de una determinada comunidad (probablemente en algún momento vinculada al castillo) en un territorio y alberga un significado que el progresivo abandono condena al olvido. El estudio de su trazado urbano, de las técnicas materiales empleadas en la construcción o de las tipologías de vivienda permite esbozar la imagen de esa sociedad. La huella urbana ya pone en relevancia la importancia del templo dentro del conjunto, situado en la posición más elevada y en la desembocadura de las dos calles principales. El aprovechamiento del relieve natural en la edificación y de los materiales del entorno nos habla de la intencionalidad de crear unas estructuras compactas y funcionales que facilitasen el aprovechamiento de recursos.

Por lo tanto, más allá de las técnicas constructivas empleadas o de la geometría específica de las edificaciones, la relevancia de este conjunto se encuentra en la relación entre sus elementos y su vinculación al territorio.

Lista de referencias

Alfonso Llorens, Joaquín. 2007. La Guerra de Espadán de 1526. *Arrels nº 56*. Onda: Arrels.

Ayuntamiento de Alcudia de Veo. nd. *La batalla de la Sierra de Espadán*. Consultado el 23 de septiembre de 2024. https://www.alcudiadeveo.es/es/la-batalla-de-la-sierra-de-espadan/la-batalla-de-la-sierra-de-espadan.

Barceló Torres, Carme. 2000. Noms aràbics de lloc. *Col·lecció Essencial*. Alzira: Bromera.

Baydal i Sala, Vicent. 2017. Political power in the Kingdom of Valencia during the 14th century. Breakdown or development?. *Catalan Historical Review*, 10: 27-41. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.

Borja Cortijo, Helios y Juan Corbalan de Celis y Duran. 1999. La biblioteca del señor de Torre Torres. El doncel Joanot de Vallterra. *Estudis Castellonencs*, nº 8 (1998-1999): 181-197. Castelló de la Plana: Diputació de Castelló.

Cabanes Pecourt, María Desamparados y Ramón Ferrer Navarro. 1979. *Libre del Repartiment del Regne de València*, I. Zaragoza: Ediciones Anubar.

Cabanilles, Antonio José. 1795. *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, población y frutos del reino de Valencia*. 2 tomos. Madrid: Imprenta Real.

Guichard, Pierre. 2001. *Al-Andalus frente a la conquista cristiana*. Valencia: Universitat de València.

Guinot Ridríguez, Enric. 1991. *Cartes de poblament medievals valencianes*. Valencia: Generalitat Valenciana.

El fabricante de espheras. 2024. *Plan Director de Recuperación del Castillo del Jinquer*, *Alcudia de Veo, Castellón*.

Forcada Martí, Vicente. 2012. *Torres y castillos de la Serra d'Espadà. Serie: Obras de Investigación Histórica, LXXXVII*. Castellón de la Plana: Societat Castellonenca de Cultura.

Madoz, Pascual. 1847. *Diccionario geográfico, estadístico y histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Madrid.

El reto de construir infraestructuras viarias en alta montaña: la carretera de Leitariegos (Asturias, 1861)

Pedro Plasencia-Lozano
Rita Ruiz Fernández
Irene Méndez-Manjón
Rubén Alba-Álvarez

La construcción de infraestructuras viarias en alta montaña fue uno de los retos más complejos de la ingeniería civil española del siglo XIX. En un contexto de modernización técnica e institucional, los proyectos debían garantizar la continuidad del tránsito en entornos abruptos, resolviendo problemas asociados a pendientes pronunciadas, laderas inestables, pluviometría intensa y disponibilidad limitada de materiales. Estas condiciones obligaron a desarrollar soluciones de trazado y constructivas sistemáticas, apoyadas en criterios geométricos y en una organización de obra progresivamente institucionalizada.

El puerto de Leitariegos, situado entre Asturias y León, ha desempeñado históricamente un papel clave como corredor natural entre la costa cantábrica occidental y la Meseta. Desde el siglo XVIII, figuras como Gaspar Melchor de Jovellanos señalaron la necesidad de articular una comunicación transversal capaz de dinamizar el occidente asturiano. Esta aspiración se materializó a mediados del siglo XIX, cuando la Ley de Carreteras de 1857 y el Plan General de 1860 clasificaron la ruta Ponferrada–Luarca por Cangas del Narcea (antes Cangas de Tineo) como carretera de primer orden, otorgándole un papel estratégico en la red viaria nacional.

En este contexto se redactó en 1861 el proyecto del tramo entre el puerto de Leitariegos y Cangas del Narcea, firmado por el ingeniero de caminos Juan Cruz Garayzábal. La documentación, conservada en el Archivo General de la Administración (AGA 24/02586), constituye una fuente excepcional para analizar la concepción de una carretera de montaña de primer orden en un entorno de gran complejidad orográfica. El texto aborda el estudio histórico y técnico del proyecto, examinando los criterios de trazado, las soluciones frente a los condicionantes geológicos y geométricos, la selección y procedencia de los materiales y la tipología de obras de fábrica. Asimismo, se analizan las transformaciones posteriores del trazado y el grado de permanencia de sus elementos originales.

El estudio de las infraestructuras viarias históricas permite comprender tanto los procesos de articulación territorial como la evolución del saber técnico en la España del siglo XIX. En este sentido, la consideración patrimonial de las infraestructuras lineales ha adquirido un peso creciente, especialmente a partir de enfoques que subrayan el valor territorial y documental de las carreteras construidas entre mediados del siglo XVIII y el XIX, más allá del tradicional interés por los caminos romanos o jacobeos (Ruiz Fernández 2014; Ruiz, Rodríguez, y Coronado 2014).

Contexto histórico y técnico de la obra

Desde finales del siglo XVIII existía en Asturias la preocupación por abrir una comunicación transversal que enlazase la costa occidental con la Meseta, tras la construcción de la carretera por Pajares (1771-

Pedro Plasencia-Lozano – CITETRANS, Indurot, Universidad de Oviedo; Rita Ruiz Fernández – Universidad de Castilla-La Mancha; Irene Méndez-Manjón – Vectio Civil Engineering. CITETRANS, Universidad de Oviedo; Rubén Alba-Álvarez – CITETRANS, Indurot, Universidad de Oviedo

1834) impulsada por Jovellanos y Campomanes; esta vía alcanzaba pendientes de hasta el 17 %, reflejo de las limitaciones constructivas de la época. En su *Informe sobre Caminos* (1783), el propio Jovellanos propuso franquear el puerto de Leitariegos para conectar Luarca con el Bierzo (Jovellanos 1850, 460-61). Esta idea no se materializó entonces pero quedó incorporada a la cultura administrativa ilustrada, y reapareció en la planificación viaria del XIX.

El marco normativo moderno se consolidó con la Ley de Carreteras de 1857 y, especialmente, con el Plan General de 1860, que organizó y jerarquizó la red estatal. La ruta Ponferrada–Luarca por Leitariegos fue clasificada como carretera de primer orden, lo que implicaba parámetros geométricos estrictos: pendientes moderadas, radios mínimos regulados, sección uniforme de 8 m y obras de fábrica dimensionadas para garantizar la continuidad del tránsito. Este proceso coincidió con la institucionalización del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, encargado de aplicar criterios homogéneos de trazado, explanación, drenaje y firme en todo el territorio. A mediados del siglo XIX, los proyectos incluían ya cuadros normalizados de pendientes, radios y longitudes, así como la división del itinerario en trozos, lo que permitía organizar con precisión el trabajo topográfico y constructivo.

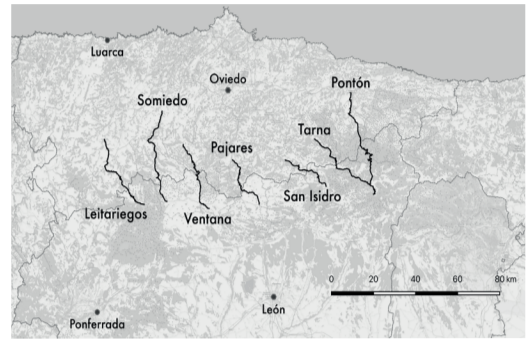


Figura 1. Pasos históricos entre Asturias y León. Leitariegos es el más Occidental (elaboración propia)

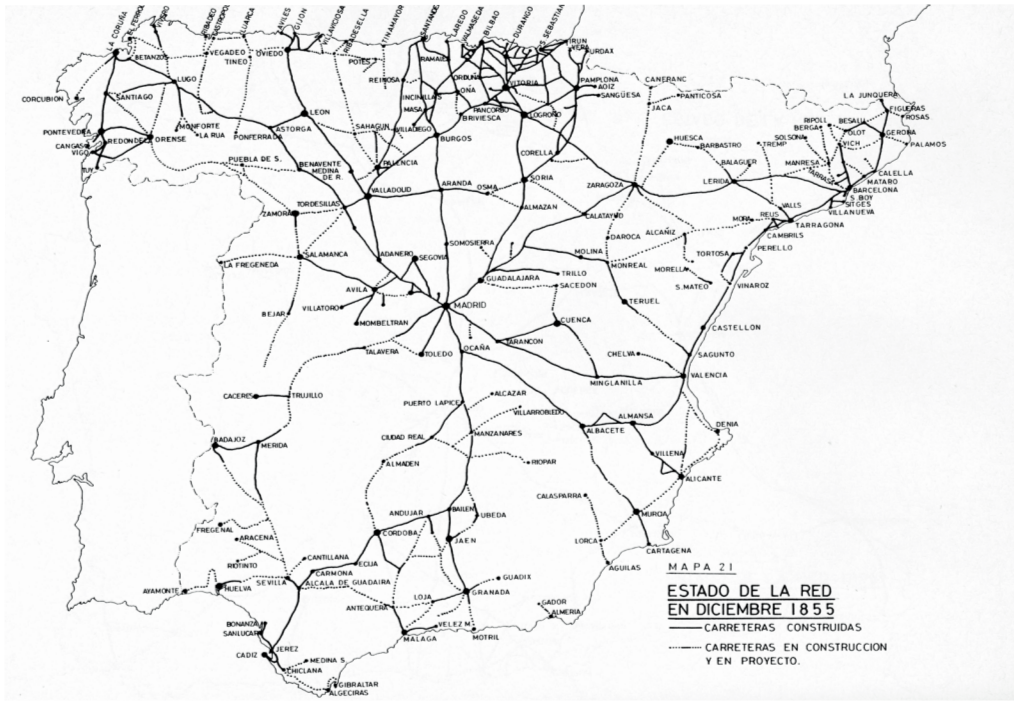


Figura 2. Estado de la red de carreteras en 1855; Leitariegos fue el segundo paso construido entre Asturias y León, y el primero proyectado conforme a los parámetros técnicos modernos del XIX (Madrazo 1984, 148)

En Asturias, la construcción de carreteras de montaña presentaba particularidades técnicas derivadas de su orografía: valles estrechos, laderas inestables, pasos altos sometidos a innivación y escasez de plataformas naturales. Estas condiciones obligaban a proyectar tramos a media ladera, muros de sostenimiento, revueltas para reducir la pendiente en espacios limitados y sistemas de drenaje capaces de evacuar escorrentías intensas. Las infraestructuras resultaban, además, costosas debido a la limitada disponibilidad de materiales en zonas altas y a la necesidad de combinar desmontes significativos con soluciones de fábrica de pequeña y mediana entidad. No obstante, existía un fuerte interés en la construcción de una carretera por Leitariegos debido al aumento de la actividad minera en el suroccidente asturiano desde mediados del siglo XIX y a la necesidad de articular nuevos pasos entre León y los puertos de la costa a través de la cordillera Cantábrica. La nueva carretera resolvería así la doble necesidad de conectar las comarcas de Cangas y Degaña con los mercados peninsulares y de ofrecer al Bierzo una salida hacia el mar.

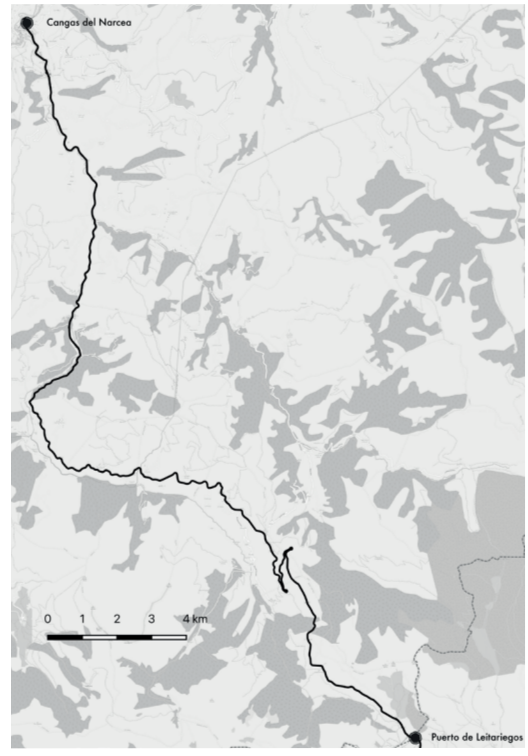


Figura 3. Trazado del proyecto actual; salvo algunas rectificaciones menores, sigue la traza del proyecto de Garayzábal (elaboración propia)

El proyecto de 1861: criterios de trazado en alta montaña

El *Proyecto de carretera de primer orden de Ponferrada a Luarca, sección del puerto de Leitariegos a Cangas de Tineo* fue completado en abril de 1861 por el ingeniero de caminos Juan Cruz Garayzábal[1]. El documento partía de un anteproyecto elaborado por el también ingeniero Manuel Riaño, que identificaba los condicionantes topográficos de la zona. Riaño estudió varias alternativas de trazado siguiendo los valles de los ríos Cibea y Naviego: el primero permitía evitar un tramo en zigzag en el interior del puerto, mientras que el segundo ofrecía una ladera más favorable para el encaje de la carretera.

La carretera parte de las inmediaciones del puerto de Leitariegos, en la vertiente leonesa, a la cota 1.200 m; alcanza los 1.209,79 m en el propio puerto y desciende hasta los 74,75 m en el pk 34+561, en Cangas, con una pendiente media del 3,3 %. El proyecto presenta dos partes diferenciadas: un descenso casi continuo, con pendientes de hasta el 5 % y tramos de descanso —valor reducido en comparación con las carreteras del siglo XVIII, como Pajares—, que se prolonga durante 23 km hasta Bimeda, y un tramo posterior paralelo al río hasta Cangas del Narcea, con una pendiente media inferior al 2 %.

El proyecto incorporaba tablas de rectas y curvas en las que se consignaban rumbos, longitudes y radios. Las rectas se prolongaban hasta donde lo permitía el relieve y se enlazaban con curvas de radio suficiente para evitar giros bruscos incompatibles con el tránsito de carruajes. Los radios eran generalmente superiores a 30 m, con mínimos de 19 m, salvo en las singularidades del zigzag (12 y 15 m), tratadas en un apartado posterior.

Para facilitar la organización de las obras, el trazado se dividía en siete tramos de menos de 5 km cada uno. La numeración se iniciaba en la provincia de León, conforme a la normativa que obligaba a situar

Tipo	Firme (m)	Paseos laterales (m)	Total (m)
Primer orden	5,5	2,5	8,0
Segundo orden	5,0	2,0	7,0
Tercer orden	4,5	1,5	6,0

Tabla 1. Anchuras de las carreteras según la Ley de Carreteras de 1877

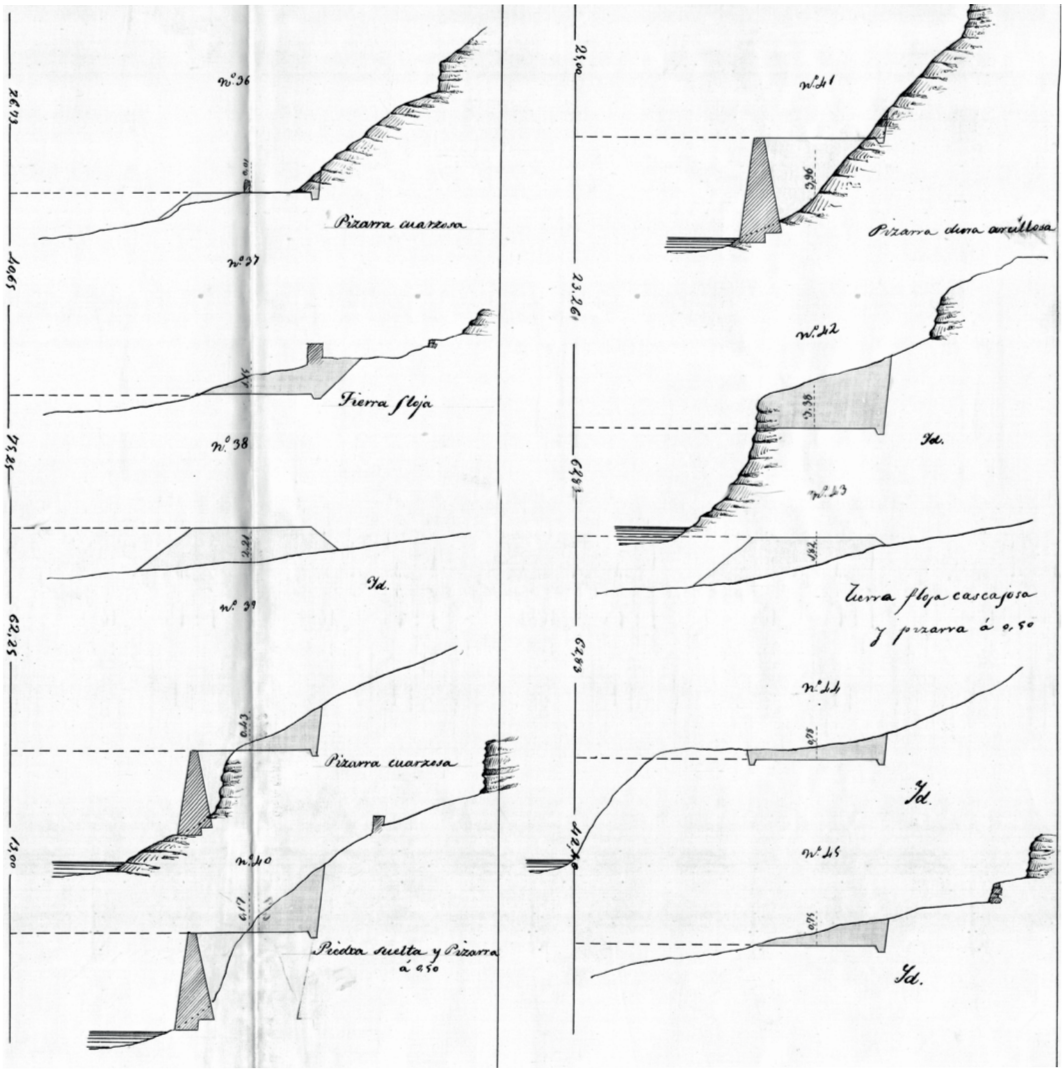


Figura 4. Detalle de diversos perfiles transversales; se aprecian las observaciones del tipo de terreno en algunos de ellos: *piedra suelta y pizarra*, *pizarra archillosa*, *tierra floja*, etc.

el pk 0 en el extremo más próximo a Madrid o al empalme con una vía de categoría superior.

Firme

La sección transversal consta de una calzada de 5,50 m de anchura destinada a la circulación y dos paseos laterales no pavimentados de 1,25 m cada uno. La anchura total alcanza así los 8 m, medidos entre las aristas interiores de las cunetas o las exteriores de los terraplenes y muros. Las cunetas —presentes únicamente en los desmontes— se proyectan con una anchura superior de 80 cm. En 1877, el Reglamento de la Ley de Carreteras fijó estas dimensiones para las carreteras de primer orden.

La caja del firme se configura como un rectángulo de 5,50 m de base y 18 cm de altura en los bordes. El firme se compone de dos capas de piedra machacada de igual espesor, que ocupan toda la anchura de la caja. La suma de ambas alcanza 30 cm en el eje y 18 cm en los márgenes, generando un bombeo aproximado del 5,3 %. La piedra debía ser la más dura procedente de los desmontes o de las canteras designadas por el ingeniero. El proyecto diferencia varios tipos de sección según la naturaleza del terreno —corte en roca, en tierra y en tierra y piedra—, mientras que en los tramos

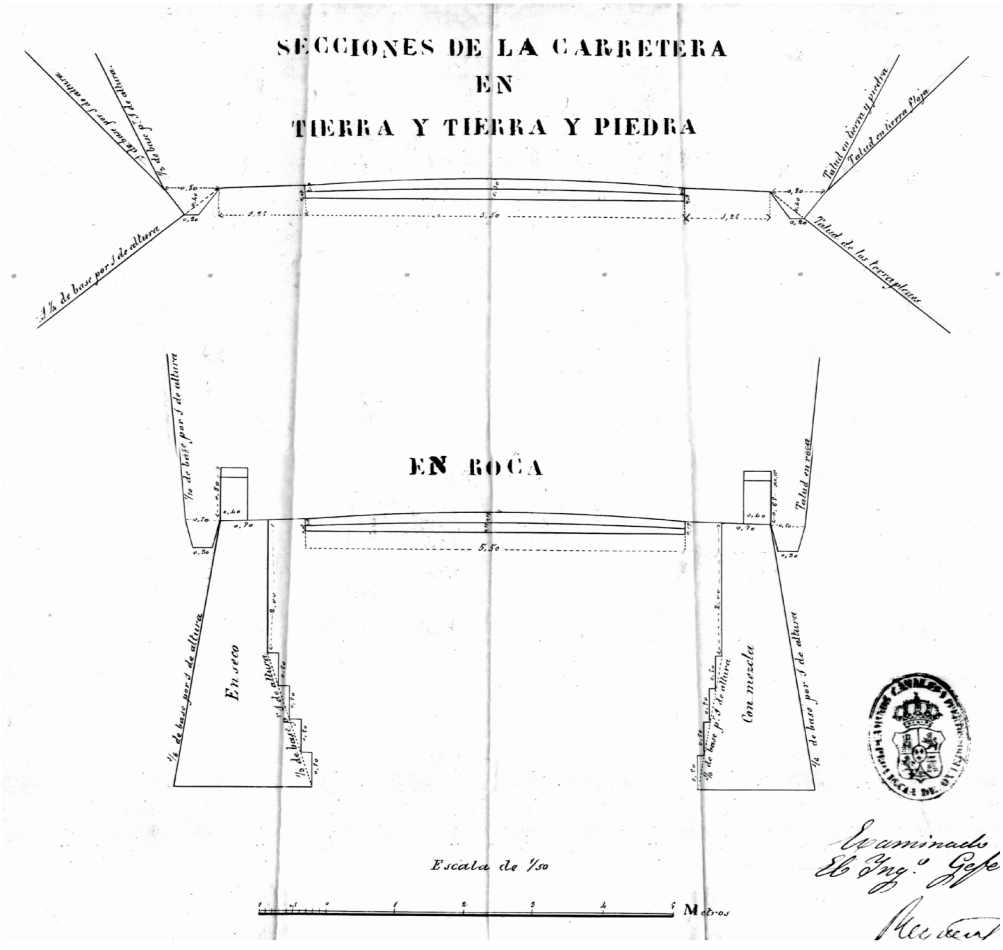


Figura 5. Secciones de la carretera

elevados sobre muros se prevé un pretil de mampostería de 0,80 m de altura y 0,40 m de anchura. Las dimensiones corresponden al firme ya machacado y consolidado.

La ejecución del firme se describe con precisión: la piedra de la primera capa se machaca a tajo abierto dentro de la caja hasta un tamaño máximo de 7 cm, mientras que la de la segunda se machaca fuera de la caja hasta un tamaño máximo de 4 cm. Sobre esta segunda capa, y también sobre los paseos, se extiende un recebo de 2 cm de espesor compuesto por detritus de piedra machacada mezclados con tierra de buena calidad. La consolidación del firme se confía al tránsito de carros y caballerías durante la construcción, y el contratista debía reparar las rodadas y rellenar los baches derivados de este uso.

Zigzag

Uno de los aspectos más singulares del trazado es el zigzag (escrito *ziks zage* en el proyecto) de la Collada de Vallado. El empleo de zigzags es un recurso habitual en carreteras de montaña para ganar cota en espacios reducidos. Las horquillas deben estar suficientemente alejadas, introducirse en zonas donde la ladera sea algo más tendida y, si es posible, ofrecer una rasante horizontal. Esta solución para el Vallado ya aparecía en el anteproyecto elaborado por Riaño, donde se recogían cuatro horquillas consecutivas. Garayzábal logró reducir a dos las horquillas necesarias, separándolas 1.470 m y disponiéndolas en rasante horizontal, con radios de 12 y 15 m. Este trazado permitía garantizar la seguridad del tránsito.

Materiales, geología y disponibilidad de recursos

El proyecto prestaba especial atención a la geología del entorno. En los perfiles transversales se registraban los distintos materiales presentes, desde zonas pizarrosas hasta bancos de arenisca más o menos compacta, además de tramos con materiales flojos. Esta información resultaba esencial para definir los

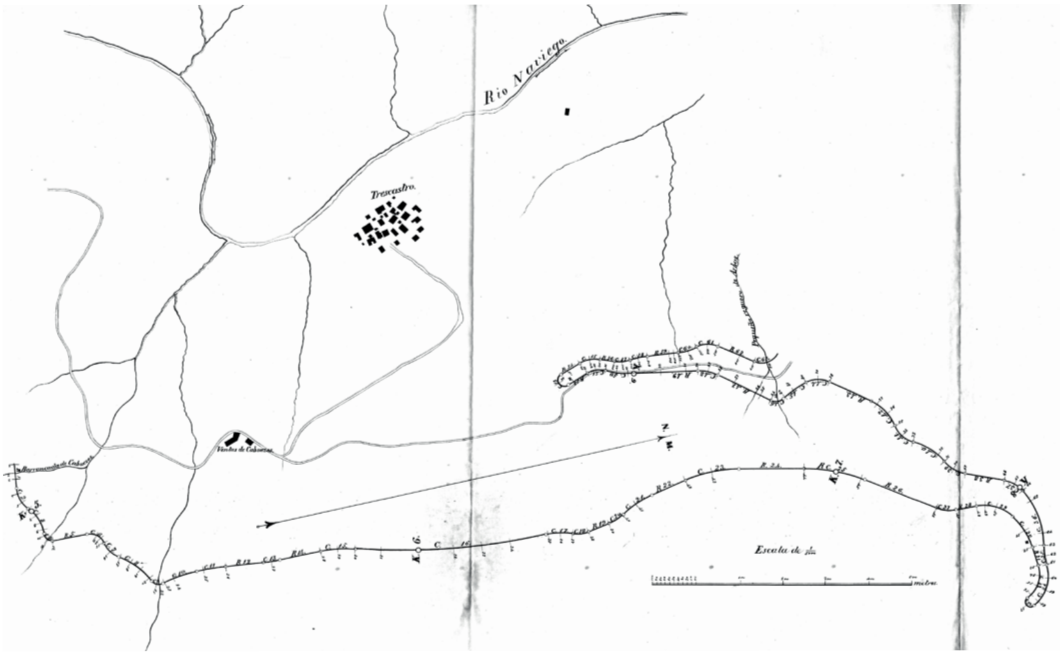


Figura 6. Detalle de trazado en el trozo 2, coincidente con el Zigzag. Se observa la compleja sucesión de curvas y rectas

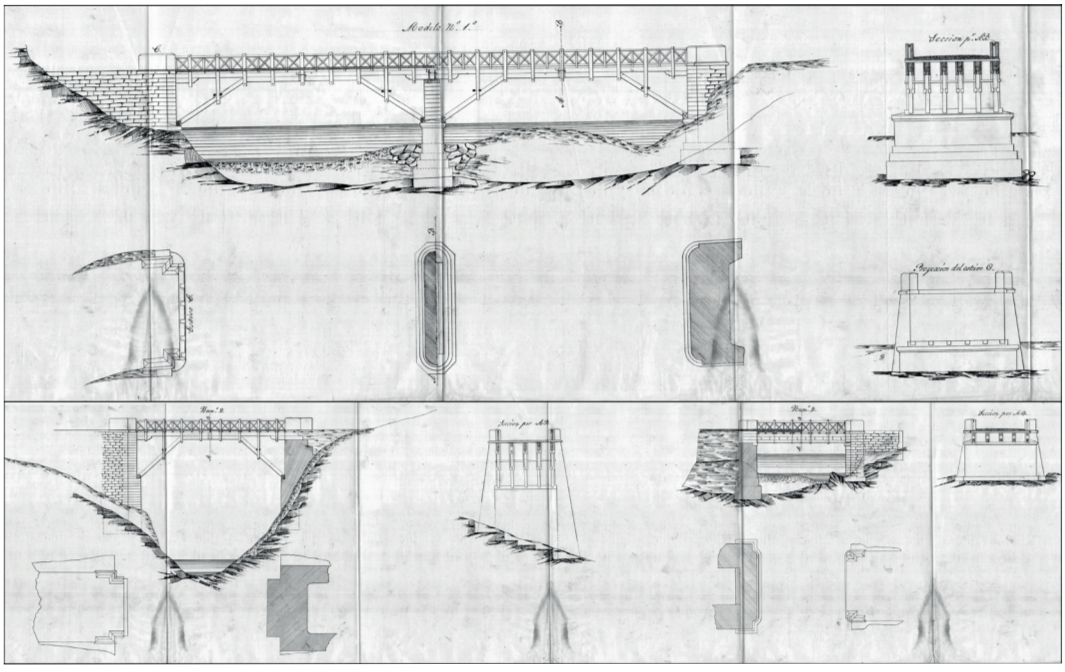


Figura 7. Modelos 1, 2 y 3 de puente

perfiles de desmonte, valorar la necesidad de muros de sostenimiento y determinar el posible aprovechamiento de los materiales extraídos en terraplenes u otros elementos de la obra.

Obras de fábrica y soluciones constructivas

El proyecto recoge la construcción de cinco puentes: sobre el Dunín, en Otero (nº 2); sobre el arroyo Caldevilla (nº 5); sobre el barranco de la Espinera (nº 4); y los dos más significativos, los números 3 y 1, ambos sobre el Naviego. Aunque el inicio y el final del recorrido se situaban en la ladera izquierda del río, fue necesario cruzarlo en dos ocasiones para evitar un tramo excesivamente escarpado, lo que obligó a disponer parte de la carretera en la margen derecha.

La fábrica de los estribos y de la pila central se resolvía con mampostería ordinaria en macizos y cimentaciones, mampostería concertada en los para-

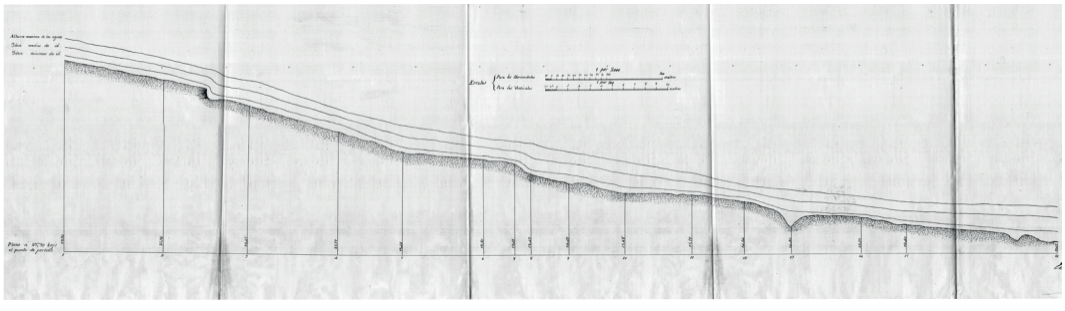


Figura 8. Perfil del río en el entorno de Mestres, necesario para determinar la ubicación idónea del puente nº 1

Material	Procedencia	Dimensiones / Especificaciones
Piedra para sillería	Canteras designadas por el ingeniero	60 cm tizón; 40 cm soga; 25–30 cm altura
Piedra para sillarejo	Misma procedencia y calidad que la sillería	50 cm tizón; 30 cm soga; 15–20 cm altura
Piedra para mampostería concertada	Desmontes de la traza o canteras próximas	Mampuestos: volumen mínimo 0,2 m³; altura máxima 15 cm
Piedra para mampostería ordinaria	Desmontes o canteras próximas	—
Piedra para firme	Desmontes o canteras designadas por el ingeniero	1.ª capa ≤ 7 cm; 2.ª capa ≤ 4 cm
Piedra para terraplenes o rellenos	Desmontes de la línea	—
Cal común	Valle de Arbas	—
Cal hidráulica	Zumaya	—
Arena	Arroyo que desciende hacia Caboalles	—
Madera para puentes (roble o castaño)	Montes cercanos; suministro local	Dimensiones según planos; piezas sin defectos (nudos, rajas, fibra ondulada, etc.)
Madera en general	Montes cercanos	Abundante disponibilidad
Hierro para elementos de unión (clavos, pernos, tuercas, abrazaderas)	"Herrerías del país"; mercados de Cangas; material procedente de Ibias y Allande	Pernos: 2–3 cm diámetro; abrazaderas/ placas: 5–7 cm ancho; 10–15 mm espesor
Hierro de buena calidad	Cangas (procedente de minerales de Ibias y Allande)	—

Tabla 2. Materiales, procedencia y especificaciones de los distintos tipos de materiales

mentos y sillería únicamente en los ángulos de estribos, tajamares y frentes de pila. La piedra podía obtenerse de los desmontes de la propia traza o de canteras próximas. Para la estructura superior se empleaba madera, abundante en la zona y más económica que la piedra transportada desde mayor distancia. Las piezas en contacto recibían dos manos de pintura al óleo y las expuestas al aire, tres; la madera se disponía en travesaños de sección cuadrada de unos 40 cm.

Figura 9. Puente de Bimeda ubicado en el lugar original, compuesto de (aparentemente) 4 cuchillos de celosía metálica. Se observa al fondo el puente actual, de trazado oblicuo al río

En los dos puentes sobre el río principal (puentes 1 y 3), la elección del punto de paso respondía a cuatro criterios: la facilidad para cimentar los estribos, la seguridad del terreno, la menor afección a edificaciones existentes —evitando el derribo de casas— y la correcta inserción de las curvas de acceso, que condicionaban la orientación del puente, generalmente perpendicular al cauce. Se realizaron levantamientos detallados del río, con varios perfiles que registraban los niveles máximos y mínimos de las aguas, empleando escalas diferentes en horizontal y vertical.

El puente nº 3, situado en Bimeda, salvaba el río Naviego mediante una estructura de madera de 16 m

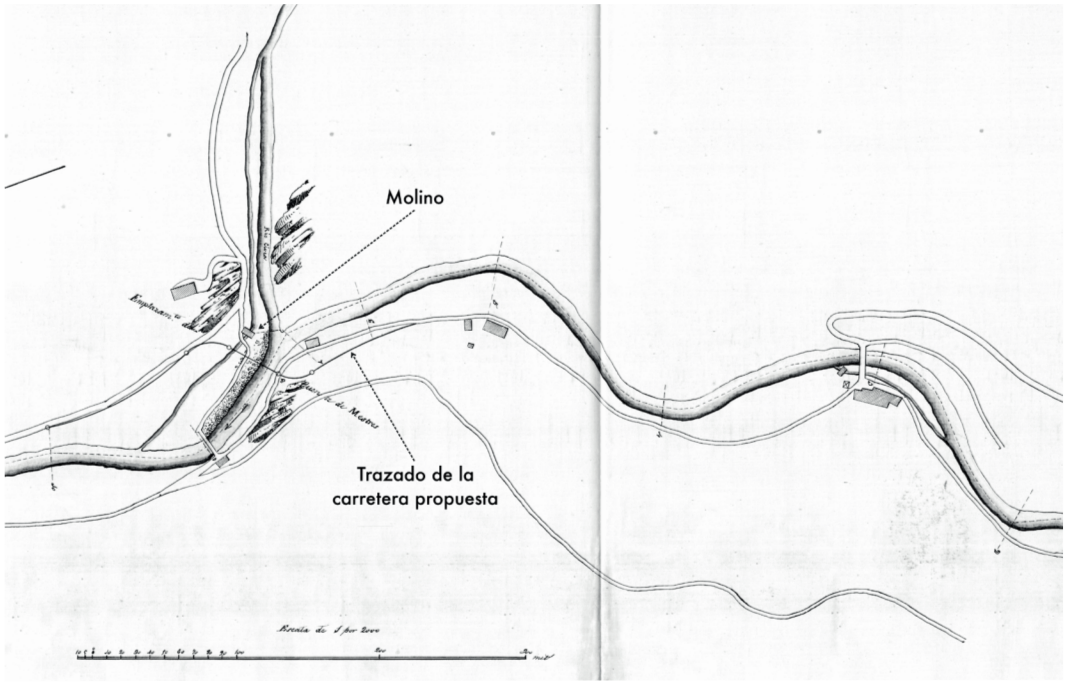


Figura 10. Detalle de la ubicación del puente 1, en Mestres. El trazado sortea un molino y salva tanto el río como el canal de desagüe de la instalación hidráulica

de luz y aproximadamente 16 m de altura. La memoria indica que el sistema elegido retomaba el empleado por el ingeniero Javier Sainz en el puente del Fornes, en la carretera de Luarca a Tineo, al encontrarse ambos en condiciones constructivas semejantes. La superestructura estaba formada por cinco cuchillos consistentes en vigas compuestas por travesaños de madera. Se desconoce si el puente proyectado llegó a ejecutarse, ya que en la actualidad existe en el lugar un puente metálico, al menos de finales del siglo XIX, que pudo ser el primero construido o una sustitución del original. La carretera actual cruza el río en un punto cercano, con un paso oblicuo compuesto por vigas prefabricadas que evita las dos curvas de acceso.

El puente nº 1 era la obra de mayor relevancia de toda la línea. Consistía en dos vanos de 18 m cada uno. La superestructura estaba formada por una serie de cuchillos consistentes en pórticos construidos íntegramente en madera. La sillería para estribos y pila procedía de las canteras del Carvallo, situadas a unos 4 km del puente y accesibles sin necesidad de abrir nuevos caminos. El modelo adoptado derivaba del puente diseñado por Pedro Pérez de la Sala para el río Canero, en la carretera de Cangas de Tineo a Luarca. Aquel puente tenía tres vanos y el de Mestres, dos, aunque con idénticas dimensiones de luz. La principal diferencia residía en el número de cuchillos: el nuevo diseño incorporaba seis en lugar de cinco, decisión motivada por el aumento de carga derivado del firme afirmado, ausente en el proyecto precedente. Garayzábal comprobó la seguridad estructural mediante las "fórmulas de Claudel", probablemente alguna de las publicadas en el libro del ingeniero francés aparecido en 1845 (Claudel 1845). Hacia 1970 este puente fue sustituido por una estructura de vigas prefabricadas; sabemos también que anteriormente existió una estructura metálica en el lugar.

El proyecto incorporaba diversas obras menores —tajeas, caños y alcantarillas— destinadas a garantizar el drenaje transversal de la carretera. Los ma-

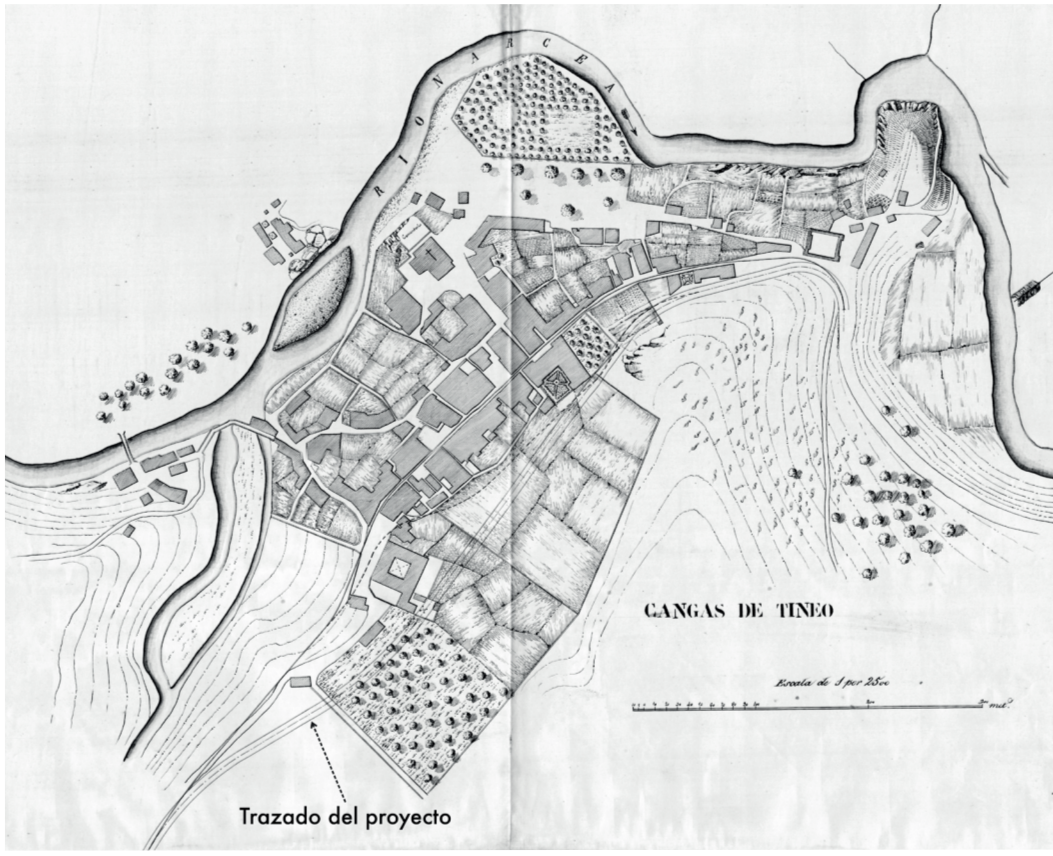


Figura 11. Trazado en Cangas del Narcea

teriales empleados en estas estructuras, así como en los muros de acompañamiento, procedían de los desmontes de la propia traza o de canteras próximas, conforme a los criterios generales del proyecto. En alcantarillas y pontones se establecía expresamente que el firme no debía descansar directamente sobre el trasdós de la bóveda; entre ambos debía interponerse una capa de tierra de 20 cm, de modo que la carga no actuase directamente sobre el arco.

Los muros de sostenimiento se disponían en los tramos de ladera inestable para asegurar la explanación frente a los fuertes desniveles del terreno. La memoria subraya que estas obras eran esenciales para garantizar la "comodidad y seguridad" del tránsito, reflejando la preocupación por la estabilidad de la vía. Se ejecutaban en mampostería ordinaria, solución habitual en la ingeniería viaria de la época para contener taludes y proteger la plataforma frente a deslizamientos. Según la memoria, la piedra de los desmontes distaba unos 300 m del punto de empleo y la de las canteras, unos 600 m, distancias consideradas asumibles.

Los terraplenes debían levantarse en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor. Cuando estaban formados por tierra, su consolidación se confiaba al tránsito de los trabajadores durante la ejecución de la obra; cuando se empleaba piedra, era imprescindible nivelar cuidadosamente cada tongada. Además, se establecía que el contratista no podía iniciar el firme hasta que los terraplenes estuvieran plenamente asentados, según el criterio del ingeniero responsable, reflejo de la preocupación por una posible mala ejecución.

Las travesías de Cangas del Narcea y de Bimeda

El proyecto prestó especial atención al paso de la carretera por las dos poblaciones más significativas del tramo: Cangas del Narcea y Bimeda, cada una con condicionantes específicos.

En el caso de Cangas, la memoria estudió inicialmente la posibilidad de hacer discurrir el itinerario por la calle principal, aunque la solución se descartó por motivos técnicos y económicos. La calle apenas alcanzaba los 4 m de anchura en la mayor parte de su recorrido, insuficiente para una carretera de 8 m, con cunetas laterales. Además, para conectar la rasante proyectada con dicha calle habría sido necesario ejecutar muros de considerable altura y elevado coste.

Por estas razones se adoptó una variante exterior, que bordea la población manteniéndose próxima a ella. Esta alternativa presentaba una pendiente máxima del 3,2 %, una traza horizontal regular y cómoda, y evitaba expropiaciones. La memoria señalaba que las travesías interiores solían generar estrechamientos, oscuridad por la proximidad de los edificios y dificultades para la circulación, mientras que una solución perimetral permitía crear un frente urbano más espacioso, luminoso y ordenado, favoreciendo el crecimiento posterior de la localidad. En Cangas, esta decisión terminó configurando una nueva vía principal, desplazando la antigua arteria histórica.

El paso por Bimeda planteaba un problema distinto. No se trataba de una verdadera travesía, sino de un pequeño núcleo donde la carretera debía encajar entre edificaciones y el cauce del río. Para mejorar la solución se decidió modificar el punto de cruce del río, desplazándolo hacia el exterior del núcleo. Con ello se liberaba espacio, se simplificaba la aproximación a la localidad y se evitaban interferencias con las edificaciones, logrando una resolución más segura y económicamente razonable.

Organización constructiva, contratas y plazo de ejecución

La memoria recomienda ejecutar las obras mediante contrata por licitación pública, sistema considerado el más adecuado para el interés general al permitir una mayor rapidez de ejecución, la reducción de costes y un menor número de empleados de vigilancia e intervención. La obra fue adjudicada en enero de 1861 a D. Patricio A. Moreno por un importe de 1.399.431 reales de vellón, frente a un presupuesto inicial de 1.803.366,75 reales (Dirección General del Ministerio de Fomento 1864, 34-35). El orden de los trabajos debía comenzar por los movimientos de tierra y los muros, con el fin de disponer cuanto antes de una explanación continua que facilitase el transporte de materiales a lo largo de la obra. Se estimaba un plazo total de dos años.

El proyecto recogía la construcción de doce casas de peones camineros, aproximadamente una cada 2,9 km. Cada peón residía en su casa y se hacía car-

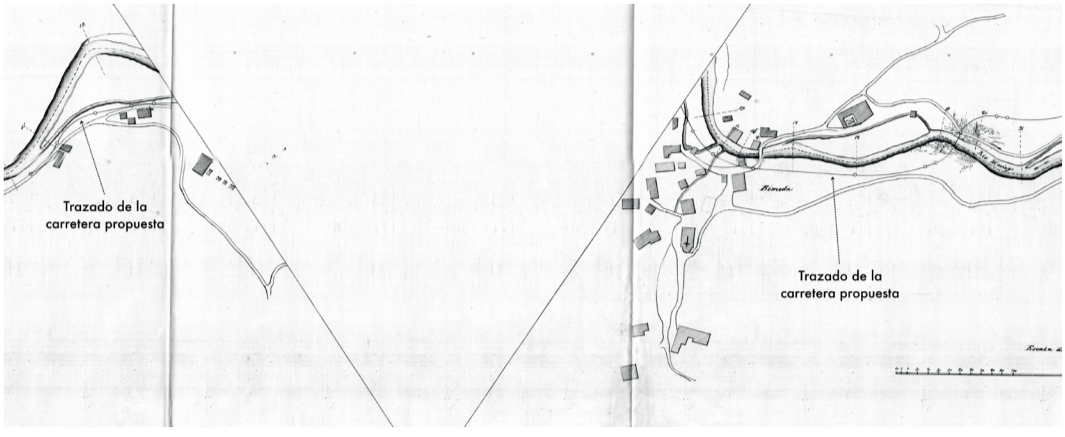


Figura 12. Trazado propuesto en Bimeda. Se observa que el paso del río queda más alejado de la población que el preexistente; asimismo, la traza sortea las edificaciones evitando así posibles derribos

go del mantenimiento del tramo asignado, atendiendo cunetas, pequeñas reparaciones y tareas de vigilancia. Asimismo, se dispuso una casa de portazgo destinada al control y cobro de los derechos de paso, conforme al régimen fiscal vigente.

El pliego incluía prescripciones específicas para el contratista. Se prohibía expresamente colocar inscripciones en los puentes o en cualquier otra obra comprendida en la contrata. Durante el periodo de garantía, fijado en un año, el contratista debía tener acopiados, en el momento de la recepción provisional, 50 m³ de piedra machacada y limpia de tierra, con las mismas dimensiones que la utilizada en la capa superior del firme. Este material se emplearía, si fuera necesario, por cuenta del contratista y bajo las instrucciones del ingeniero. Además, debía realizar un acopio adicional de piedra partida destinada a la capa superior del firme, a razón de 50 m³ por km, independientemente de la piedra exigida para las tareas ordinarias de conservación. Estos acopios se colocarían sobre los paseos a ambos lados del camino, formando malecones.

Permanencias y transformaciones posteriores

La traza original de la carretera se conserva en la mayor parte del recorrido, aunque la sección del firme ha sido ampliada para adaptarse al tráfico contemporáneo. El sistema de drenaje —tajeas, caños y alcantarillas— permanece en buena medida operativo y, en algunos casos, conserva su disposición primitiva. También siguen en uso varias de las alcantarillas y el pontón previstos en el proyecto.

Otros elementos han experimentado transformaciones más profundas. Los puentes originales fueron sustituidos por estructuras posteriores y los tramos en trinchera han desaparecido, reemplazados por desmontes más amplios. Las curvas del zigzag se han rectificado para mejorar la seguridad, adoptando radios próximos a los 30 m en sustitución de los menores del proyecto original. En ciertos sectores pueden apreciarse rectificaciones puntuales del trazado y restos de un pavimento anterior, aunque no necesariamente correspondientes al firme primi-

Figura 13. Rectificación de un tramo para evitar una sucesión de curvas introduciendo una recta, para lo que se ha retocado el desmonte y se ha introducido un muro de escollera. Aún se puede observar el pavimento del trazado anterior, marcas viales incluidas

Figura 14. Casa de portazgo; desde 1898 funciona como venta

tivo. Por su parte, las casas de peones camineros han sido demolidas o transformadas en viviendas particulares. La casa de portazgo conserva continuidad funcional: dejó de ejercer el cobro de derechos de paso en 1898, cuando se convirtió en venta, y hoy continúa en funcionamiento bajo la denominación de La Chabola.

Conclusiones

El proyecto de la carretera del puerto de Leitariegos de 1861 constituye un ejemplo significativo de la ingeniería viaria española a mediados del siglo XIX. La memoria elaborada por Juan Cruz Garayzábal muestra un conocimiento preciso del terreno y la aplicación de criterios geométricos normativos —pendientes moderadas, radios amplios y una secuencia sistemática de rectas y curvas— adaptados a un entorno de alta montaña. Aunque carece de un estudio formal de alternativas, el proyecto analiza distintas soluciones en puntos clave, como el acceso al puerto o la travesía de Cangas, lo que evidencia un planteamiento racional y evaluativo.

El firme constituía, sin duda, el principal problema técnico de la carretera, ya que era necesario compatibilizar la economía de construcción y conservación con una adecuada capacidad portante y la resistencia frente a las condiciones climáticas. Durante las décadas previas se propusieron en Europa numerosos paquetes, entre ellos los sistemas Gautier, Tresaguet, macadam, Telford o Polonceau.

El paquete adoptado en esta carretera corresponde al que se generaliza en España desde la primera mitad del siglo XIX, caracterizado por una caja previamente conformada sobre la que se disponen capas superpuestas de espesores diferenciados, destinadas a asegurar la capacidad portante y la adecuada evacuación del agua. El conjunto se completaba con un bombeo —o peralte transversal— que habitualmente se situaba en torno al 3,6 %v (Madrazo 1984, 190-98); en Leitariegos encontramos un bombeo mayor, de 5,3 %, quizá relacionado con su carácter de carretera de montaña.

El diseño del zigzag de la Collada de Vallado, la distribución equilibrada de las pendientes, la selección estratégica de los cambios de margen en el río Naviego o el empleo de la madera como material estructural en los puentes muestran la capacidad de la ingeniería del siglo XIX para resolver el paso por un territorio abrupto sin incurrir en sobrecostes innecesarios. Asimismo, desde el punto de vista administrativo, el proyecto aporta datos sobre la contratación, la obligatoriedad de realizar acopios o la inclusión de casas de peones camineros y de una casa de portazgo, integrando no solo la construcción, sino también la explotación y conservación futura de la carretera.

Figura 15. Arriba: Imagen del trazado actual, con una plataforma que no supera la anchura de la original. Debajo: pontón en Bimenes y alcantarilla en la zona próxima al puerto; ambas obras son las originales

Finalmente, las transformaciones realizadas durante los siglos XX y XXI —rectificaciones locales, sustitución de puentes, ensanches y adaptación del zigzag— no han alterado la estructura esencial del trazado. Gran parte de la lógica geométrica de 1861 sigue siendo visible, lo que convierte a la carretera en un ejemplo singular de infraestructura histórica aún en servicio. La coexistencia entre elementos originales y modificaciones contemporáneas confiere al conjunto un notable valor patrimonial. Más allá de su función como vía de comunicación, la carretera de Leitariegos expresa la voluntad de articular el occidente asturiano y conectarlo con León y la Meseta, enlazando las propuestas de Jovellanos con el Plan General de Carreteras de 1860 y con la obra proyectada en 1861. Su estudio permite comprender los retos de la construcción viaria en alta montaña y la evolución técnica y territorial de la ingeniería de caminos en España; su preservación refuerza la memoria técnica e histórica de un corredor cuyo trazado sigue siendo, más de siglo y medio después, un testimonio vivo de una obra pública decimonónica.

Agradecimientos

El texto se enmarca en el Proyecto PID2024-159207OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Notas

1. Sobre Garayzabal apenas encontramos datos: proyectó obras como el trazado del ferrocarril entre Arnoya y Vigo hacia 1857 (Redacción 1878, 3) y falleció hacia 1898 (Ministerio de Hacienda 1898, 2).

Lista de referencias

Claudel, Joseph. 1845. *Formules, tables et renseignements pratiques: aidemémoire des ingénieurs, des architectes, etc*. Paris: Dalmont et Dunod.

Dirección General del Ministerio de Fomento. 1864. *Memoria sobre el progreso de las obras públicas en España durante los años de 1861, 1862 y 1863*. Madrid.

Jovellanos, Gaspar Melchor de. 1850. *Obras*. Madrid: Rivadeneyra.

Madrazo, Santos. 1984. *El sistema de comunicaciones en España, 1750-1850: La red viaria*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Ministerio de Hacienda. 1898. «Montepíos de la Península». *Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba*, abril 17.

Redacción. 1878. «Noticias». *La Correspondencia de España*, mayo 22.

Ruiz Fernández, Rita. 2014. «Identificación y valoración del patrimonio de las carreteras históricas españolas 1748-1967». Universidad de Ciudad real. http://hdl.handle.net/10578/5433.

Ruiz, Rita, Francisco Javier Rodríguez, y José M. Coronado. 2014. «Identification and assessment of engineered road heritage: A methodological approach». *Journal of Cultural Heritage* 15 (1): 36-43. doi:10.1016/j.culher.2013.01.001.

La importancia del Instituto Eduardo Torroja en *la Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero*

Josep Maria Pons-Poblet
María Jesús Rosado-García
Alba Arboix-Alió

A lo largo del siglo XX han existido, en el estado español, diversas normativas de estructuras metálicas; desde las primeras Instrucciones de cariz ferroviario, hasta las últimas siendo ya Normas Básicas de la Edificación (Pons-Poblet 2014). Se pueden encontrar disponibles, por un lado en la Gazeta,[1] o bien en el propio Boletín Oficial del Estado.[2] Fijándonos con detalle en las mismas, se observa que todas ellas han dependido de un Ministerio (o agrupación de los mismos), o bien del propio Gobierno de la Nación. Ahora bien, encontramos en 1962 la *Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero,*[3] comúnmente conocida como *la e.m. 62*, publicada dentro de las normas y manuales del Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento.[4]

En esta comunicación, esbozando las distintas normativas metálicas existentes en el pasado siglo XX, se presenta *la e.m. 62*, incidiendo en la importancia que ésta y el Instituto Torroja tuvieron en el cálculo estructural.

Año 1962. Situación general

Un año clave para contextualizar nuestra presentación fue el año 1959 donde se promulgó el Plan de Estabilización. Esta fecha supondría el fin de lo que para muchos historiadores fue el llamado primer franquismo (1939-1959). Con él, se acababa la época de la autarquía[5] y del aislacionismo,[6] iniciando un periodo de importante crecimiento económico y de apertura del régimen,

> … ha llegado el momento de iniciar una nueva etapa que permita colocar nuestra economía en una situación de más amplia libertad, de acuerdo con las obligaciones asumidas por España como miembro de pleno derecho de la O.E.C.E. (Organización Europea para la Cooperación Económica).[7]

Iniciando la etapa del llamado segundo franquismo (1959-1975), era necesaria la importación de productos energéticos, así como gran cantidad de bienes de diversa tipología que ayudarían a la frágil industrialización del país. Resultaba clave liberalizar la economía con el fin de aumentar su crecimiento. Con este objetivo se promulgó el Plan de Estabilización.

> En este aspecto, el Decreto-ley que a continuación se articula establece la liberalización progresiva de la importación de mercancías, y paralelamente, la de su comercio interior; autoriza la convertibilidad de la peseta y una regulación del mercado de divisas; faculta al Gobierno para modificar las tarifas de determinados impuestos, y al ministro de Hacienda, para dictar normas acerca del volumen de créditos.[7]

Un importante crecimiento económico, así como una tenue apertura del régimen franquista tanto en el interior como en el exterior, marcarán los inicios de este periodo, donde encontramos la aparición de tec-

Josep Maria Pons-Poblet; María Jesús Rosado-García; Alba Arboix-Alió – Universitat Politènica de Catalunya (UPC)

nócratas que irán consiguiendo relativas cotas de poder. Todo ello, tendrá una traducción inmediata en la industria, en la construcción y, en definitiva, en el desarrollo del país que se verá obligado a la implementación de nuevas infraestructuras con el fin de satisfacer la creciente demanda tanto interna como externa. La fijación en 1960 de un arancel de carácter fuertemente proteccionista, complementaría las medidas anteriores. Estos hechos, ayudados por el efecto del turismo, la entrada de capital extranjero, así como de divisas por parte de los emigrantes españoles, hicieron que la economía española tuviera un espectacular crecimiento. Este significativo desarrollo económico, añadido al fenómeno de las migraciones interiores, así como al de un incremento demográfico considerable, implicó, entre otras cosas, un aumento del número de viviendas, servicios e infraestructuras. También es importante remarcar, desde el punto de vista industrial, la puesta en marcha de la planta de Avilés, cuyo origen nos remonta a 1950.

Todo ello tuvo una implicación en la revisión normativa existente con el objetivo de la promulgación de una de nueva más acorde con la realidad existente.

La normativa existente

Puede resultar difícil establecer a partir de qué momento se habla de normativa propiamente dicha. A menudo han existido unas pautas o normas para ser implementadas con la finalidad de llevar a buen puerto la obra proyectada. En el caso de la normativa metálica, no encontramos pauta más o menos clara hasta los años treinta, donde ve la luz una nueva instrucción estudiada y propuesta por el autor Domingo Mendizábal Fernández la *Instrucción para la redacción de proyectos y construcción de estructuras metálicas*.[8] De hecho, la normativa hubiese tenido una vigencia mucho más larga (duró aproximadamente una década), si no fuese por otro hecho histórico que sin duda la determinó; la Guerra Civil española. Esta dramática etapa de la historia española, así como la consecuente posguerra que de ella surgió, hicieron que el material férrico entrase en escasez. Grandes industrias productoras españolas habían quedado arrasadas o bien con importantes daños en su cadena productiva o logística. Este hecho obligó a una restricción del mismo. Precisamente esta palabra (restricción), es la que condicionó la nueva normativa y por la que posteriormente ha sido conocida; el *Decreto sobre restricciones en el uso del hierro en la edificación*[9] de 1941 (Pons-Poblet y Arboix-Alió 2022), aprobada en julio del mismo año. La producción del material descendió rápidamente obligando al régimen a tomar una decisión al respecto. Por un lado, se había de reconstruir el país arrasado por tres años de contienda, por el otro, materiales clásicos en la construcción e industria estaban bajo mínimos. Esta normativa, que durará unos veinte años, nos prescribe una serie de ítems para el ahorro del material férrico.

En el año 1959 se aprobaría la *Ley de Ordenación Económica*, como habíamos comentado anteriormente. Este acontecimiento, unido a un aumento de la renta en un número considerable de familias españolas, se tradujo en una elevada demanda de la producción industrial que implicó la creación de nuevas industrias o ampliación y modernización de las existentes. Nuevas industrias, nuevas viviendas, así como nuevas infraestructuras, serían necesarias para confirmar el nuevo impulso que el país empezaba a coger. Se derogó la normativa restrictiva de 1941[10] a la vez que se impulsó una nueva normativa que, acorde con los nuevos tiempos, marcase las nuevas pautas del cálculo técnico. El problema de la escasez del material férrico, tan trascendente en el periodo histórico previo, empezaba a estar solventado, ayudando con ello al progreso del país. Frente a la necesidad de una nueva reglamentación, el Ministerio de la Vivienda, empezaría a promulgar una serie normativa que viniese a cubrir esta realidad. Estamos en la génesis de las conocidas Normativas MV (Pons-Poblet 2014). Como se deduce, el ámbito de aplicación era muy ambicioso, llegándose a cubrir la totalidad de campos.

Ahora bien, una lectura atenta de las fechas nos hace observar que la normativa de 1941 se deroga en 1960 y la preceptiva que la viniere a sustituir se promulga en 1973.[11] La pregunta parece obvia; ¿qué sucede en este periodo?; ¿qué normativa era la que el técnico debía seguir en sus proyectos?

> La presente Instrucción de Estructuras Metálicas representa, en primer lugar, un intento para llamar la atención sobre la urgencia de una tarea que es preciso acometer, sin demora, en nuestro país. La de la recopilación y puesta a punto de las ideas y principios fundamentales que deben presidir el proyecto, cálculo y eje-

En el período transcurrido desde la aparición de la cuarta edición hasta la fecha se han publicado en España, entre otras, las siguientes Reglamentaciones:

Propuesta UNE 14035, sobre uniones soldadas (Instituto de la Soldadura. Madrid, 1962).

Instrucción "e. m. 62" para estructuras de acero (Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid, 1962).

Norma MV-101-1962 de "Acciones en la Edificación" (Ministerio de la Vivienda. Madrid, 1963).

En los capítulos correspondientes hemos incorporado extractos de estas Normas. Por otra parte, se ha producido en España y otros países un notable incremento en la construcción de estructuras metálicas junto al desarrollo de nuevas tendencias y características en la edificación urbana.

Figura 1. Referencias a la I.E.M. 62 (Rodríguez-Avial 1963)

> CUCIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS, CUYO DESARROLLO SE AUGURA RÁPIDAMENTE CRECIENTE EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.[3]

Con este espíritu se publicó la *Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero*[3], transcrita a veces como *I.E.M. 62*. Con cualquiera de estos apelativos será referida en este artículo.

La Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero. *La e.m. 62*

> Era urgente, el disponer de una codificación de carácter general que, en lo posible, llenase las lagunas que todavía no han sido cegadas, o que no parece que puedan serlo en un plazo breve. De aquí, quizá, la prolijidad y desmesura del articulado de esta Instrucción.[3]

El Instituto empezará a partir de 1960 y bajo la dirección de Don Eduardo Torroja (1899-1961), la preparación de una Instrucción de Estructuras Metálicas, pretendiendo «recoger los resultados actuales de la experiencia de esta rama de la construcción . . . y de los avances registrados en las más modernas reglamentaciones sobre la materia . . . ».[3] En 1962, un año después de la muerte del eminente ingeniero, *la Instrucción e. m. 62 para estructuras de acero* vería la luz, conscientes de «las preocupaciones del Ministerio de la Vivienda en el estudio de una norma sobre la utilización del acero en las estructuras de edificación»[3] (en clara referencia a las gestantes MV). Desde ese momento ya aparece perfectamente referenciada en los libros de textos con otros tipos de Normativas vigentes.

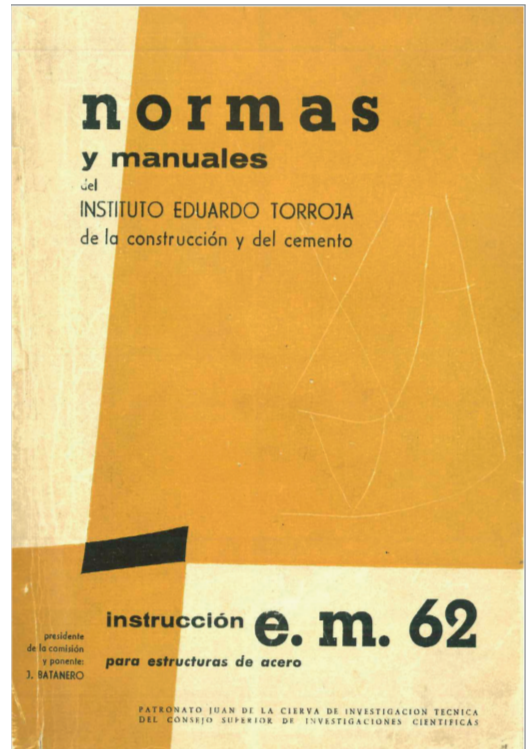


Figura 2. Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero. Instituto Eduardo Torroja. (1962). Madrid: Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Ya desde el primer momento, *la e.m. 62* fue el referente de la normativa de estructuras metálicas tanto para el calculista, como para el docente / alumno en las Escuelas Técnicas.

La instrucción consta de dos partes diferenciadas; la primera llamada *Articulado* de 163 páginas, siendo la parte normativa en sí, y una segunda de *Comentarios* (a la primera) que abarcará 134 páginas (en referencia a la primera edición - con algunas diferencias en posteriores ediciones).

Previamente se recogen unas breves páginas de *Notaciones* y *Definiciones* (curiosamente destacadas en un color amarillento distinto al de toda la publicación). El manual concluye con una «nota bibliográfica, en la que el estudioso pueda encontrar la referencia del material adecuado para profundizar en alguna

ARTICULADO		COMENTARIOS	
0	Generalidades	0	Generalidades
1	El proyecto	1	El proyecto
2	El constructor	2	El constructor
3	Los materiales	3	Los materiales
4	Cargas	4	Cargas
5	Bases de cálculo	5	Bases de cálculo
6	Medios de unión	6	Medios de unión
7	Piezas sometidas a tracción o a compresión	7	Piezas sometidas a tracción o a compresión
8	Piezas flectadas	8	Piezas flectadas
9	Aparatos de apoyo	9	Aparatos de apoyo
10	Ejecución en taller	10	Ejecución en taller
11	Montaje	11	Montaje
12	Tolerancias	12	Tolerancias
13	Protección	13	Protección
14	Pruebas	14	Pruebas

Figura 3. *Índice de la* Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero

materia particular».[3] Ésta, consta primeramente de un apartado de *Normas* que recoge un conjunto de referencias reglamentarias de distintos países. Un breve segundo apartado de *Autores*, que entendemos que vendría a ser gran parte de la bibliografía utilizada para la confección de la normativa, a la vez que una ayuda al lector que desease profundizar en algún tema concreto.

Articulado

> Este articulado ha pretendido recoger los resultados actuales de la experiencia en esta rama de la construcción que, naturalmente, tiene todavía muchos puntos oscuros que aclarar.[3]

El *Decreto sobre Restricciones del hierro en la edificación*[9], en 6 escasas hojas del BOE correspondiente, prescribía unas pautas en función de las cuales los

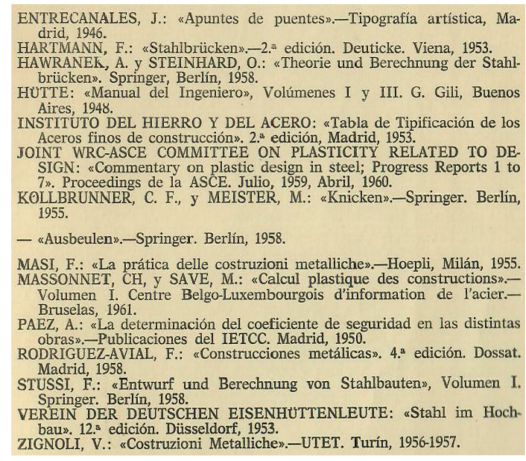

ENTRECANALES, J.: «Apuntes de puentes».—Tipografía artística, Madrid, 1946.
HARTMANN, F.: «Stahlbrücken».—2.ª edición. Deuticke. Viena, 1953.
HAWRANEK, A. y STEINHARD, O.: «Theorie und Berechnung der Stahlbrücken». Springer, Berlín, 1958.
HÜTTE: «Manual del Ingeniero», Volúmenes I y III. G. Gili, Buenos Aires, 1948.
INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO: «Tabla de Tipificación de los Aceros finos de construcción». 2.ª edición, Madrid, 1953.
JOINT WRC-ASCE COMMITTEE ON PLASTICITY RELATED TO DESIGN: «Commentary on plastic design in steel; Progress Reports 1 to 7». Proceedings de la ASCE. Julio, 1959, Abril, 1960.
KOLLBRUNNER, C. F., y MEISTER, M.: «Knicken».—Springer. Berlín, 1955.
— «Ausbeulen».—Springer. Berlín, 1958.
MASI, F.: «La prática delle costruzioni metalliche».—Hoepli, Milán, 1955.
MASSONNET, CH, y SAVE, M.: «Calcul plastique des constructions».—Volumen I. Centre Belgo-Luxembourgois d'information de l'acier.—Bruselas, 1961.
PAEZ, A.: «La determinación del coeficiente de seguridad en las distintas obras».—Publicaciones del IETCC. Madrid, 1950.
RODRIGUEZ-AVIAL, F.: «Construcciones metálicas». 4.ª edición. Dossat. Madrid, 1958.
STUSSI, F.: «Entwurf und Berechnung von Stahlbauten», Volumen I. Springer. Berlín, 1958.
VEREIN DER DEUTSCHEN EISENHÜTTENLEUTE: «Stahl im Hochbau». 12.ª edición. Düsseldorf, 1953.
ZIGNOLI, V.: «Costruzioni Metalliche».—UTET. Turín, 1956-1957.

Figura 4. Ejemplo del Apartado de Autores

técnicos habían de minimizar, e incluso evitar, el uso del material férrico, destinado principalmente a las industrias consideradas de interés nacional. Con una situación temporal radicalmente cambiante, se entiende que este compendio normativo fuese insuficiente y era necesario actualizarlo con la finalidad de *codificar los principios fundamentales que deben regir el proyecto y construcción de las estructuras de acero; y, al mismo tiempo, recopilar las simplificaciones y omisiones autorizadas en los cálculos por la experiencia acumulada hasta el día en este tipo de construcciones.*[3]

Comentarios

> Al articulado se agregan unos comentarios que pretenden aclarar el alcance de los preceptos y facilitar su aplicación, así como indicar las fuentes de otros que pudieran parecer sibilinos.[3]

Puede resultar extraño, para un estudiante actual, esta separación en dos de un texto normativo, acostumbrado a consultar en un único formato la información requerida. Ahora bien, este proceder también lo encontramos en otras obras coetáneas, como por ejemplo las de D. Carlos Fernández Casado donde era habitual una parte teórica (derecha) y unos dibujos / comentarios a la misma (izquierda).

Apartados a destacar

No queriendo hacer una transcripción literal de *la Instrucción e.m. 62*, se han querido presentar en este apartado aquellos aspectos de la misma que se han considerado novedosos, partiendo de la base la referida Normativa de 1941. También se ha destacado, la diferencia que ha habido entre las ediciones primera (1962) y última (1976) de *la e.m.62*.

El articulado empieza con la clarificación de las partes de un Proyecto, esto es: «los cuatro documentos siguientes: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto», dando el alcance de cada uno de ellos en los puntos que siguen en la Instrucción.

Puede parecer una obviedad para un técnico/estudiante de hoy en día, pero cabe recordar que en la normativa precedente de 1941 el alcance del término Proyecto no estaba perfectamente definido y, por lo tanto, se entiende que era necesario clarificarlo, así como especificar qué habían de comprender cada una de sus (cuatro) partes. También es destacada la misión del *Constructor* con las obligaciones que le son inherentes al cargo y aquellas que no, todas perfectamente descritas. Ambos redactados son iguales en las dos ediciones consultadas (1962 y 1976).

Cargas y bases de cálculo

> La determinación precisa de todas las fuerzas que puedan solicitar a una estructura constituye uno de los jalones primordiales, quizá el más fundamental de todos, de su proyecto.[12]

La *I.E.M. 62* no define explícitamente, como sí pasaba con la precedente de 1941, el valor de lo que hoy definiríamos como cargas permanentes y sobrecargas. De hecho, éstas últimas («que pueden actuar o dejar de actuar»), están especificadas en la normativa que nos ocupa como sobrecargas de ejecución, de explotación (o de servicio) y ecológicas (aquellas debidas al medio que rodea la estructura, como fueren las debidas al viento, la nieve, los efectos de variación de temperatura y los movimientos sísmicos, principalmente).

Cargas permanentes (G)	Peso propio
	Cargas muertas
Sobrecargas (P)	Ejecución
	Explotación
	Ecológicas

Tabla 1. Acciones en la edificación, según la e.m. 62

Ahora bien, el problema que se nos plantea, y de hecho entendemos que se planteaba al técnico de la época, fuere sobre cuáles eran estos valores.

> En efecto (en referencia a las acciones sobre la edificación), el descuidar este punto pudiera hacer completamente ilusoria la seguridad prevista en los métodos de cálculo y comprobación utilizados y peligroso el afinamiento de las secciones que caracteriza a las ligeras estructuras modernas de cualquier material.[12]

La primera edición (1962) indica que las sobrecargas de explotación «se tomarán de reglamentos o normas oficiales que puedan estar en vigor»,[3] si bien no indica (ni recomienda) cuales. En el caso de las cargas ecológicas de viento y nieve, se nos refiere que, «en tanto no se disponga de una Norma especifica de sobrecargas, podrán utilizarse, como valores característicos, los valores sancionados por la práctica, u otros que se justifiquen debidamente» [3]. A pesar de ello, la misma normativa explicita que «cuando se envía a imprenta esta Instrucción (en referencia a la e.m. 62) se anuncia la publicación de la Norma MV 101-1962[13] del Ministerio de la Vivienda. El lector deberá tenerla muy presente para la fijación de las cargas y las sobrecargas de las estructuras de edificación».[3] También, para «facilitar el trabajo de obtención de los valores de cargas y sobrecargas»,[13] teniendo en cuenta que «en España es deficiente todavía la normalización en este sentido», el *Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento*[13] publicaría en 1961 un Manual[13] con esta finalidad con datos recopilados por la sección de Normas y Manuales dirigidas por D. Juan Batanero (1914 -1984).

Esto ya no sucede en la 4 edición de la normativa e.m. 62 (1976)[14] pues encontramos explícitamente la referencia a la norma (ya publicada) *MV 101-1962*[13] que regula completamente las sobrecargas de explotación (en dicha Norma llamadas de uso) para las estructuras de edificación. También aplicable para los efectos del viento ya que están en la línea de la doc-

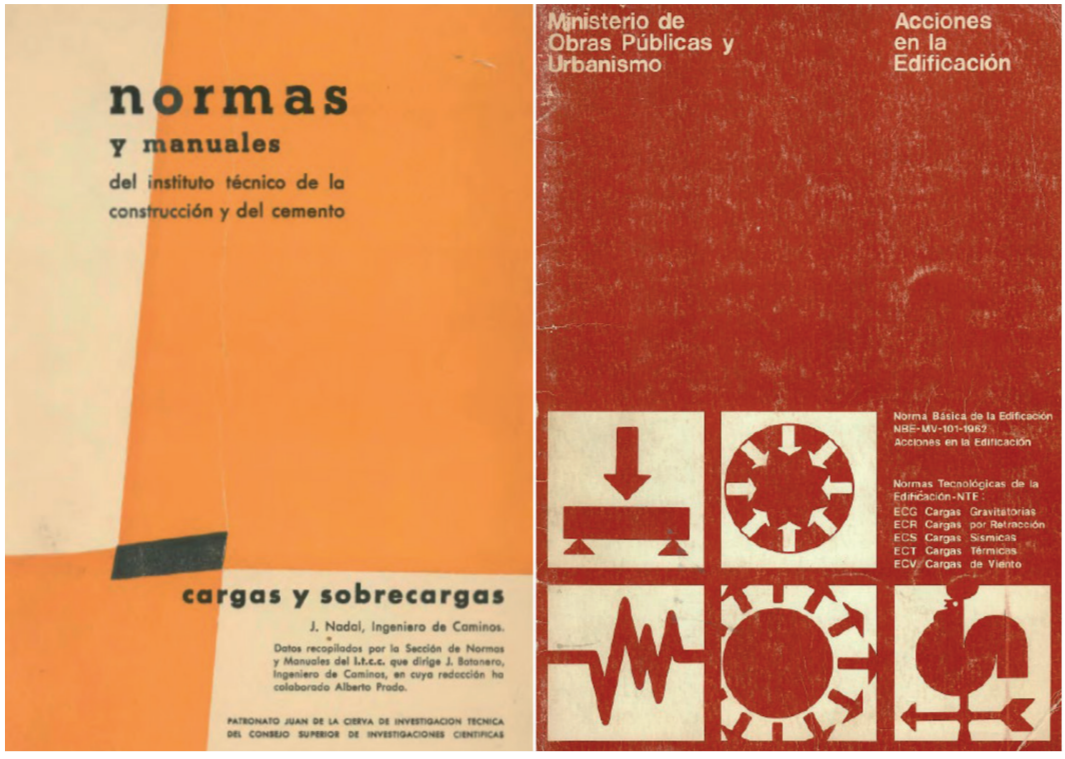


Figura 5. Normas y manuales. Cargas y sobrecargas[12] (Izq.). Norma MV 101-1962. Acciones en la edificación[13] (Dcha.)

trina de la mayor parte de las reglamentaciones europeas modernas[14].

Se define la carga *F* como «cualquier acción o conjunto de acciones, capaz de producir estados tensionales».[3] Ahora bien, aquella carga para la cual «se propone la utilización de la estructura»,[3] se define como carga nominal F_n. La carga característica F_k se define como la máxima previsible durante la ida de la estructura. Finalmente se define la carga mayorada F, como el valor de la carga característica F_k, multiplicado por el oportuno coeficiente de seguridad, según:

$$F = \upsilon \cdot F_k$$

Las bases de cálculo, según *la e.m.62* establecen distintos coeficientes de seguridad función del estado de carga, como muestra la Tabla 1.

Obteniendo el valor de las tensiones admisibles como:

$$\sigma_{adm} = \frac{\text{límite de fluencia}}{\upsilon_{ac} \cdot \upsilon}$$

Como ejemplo de ello, D. Ramón Argüelles Álvarez en su libro *la Estructura Metálica hoy*, muestra:

Medios de unión

> Existen tres tipos de enlaces fundamentales en las construcciones metálicas: las uniones remachadas…; las uniones atornilladas … y las uniones por soldadura … se ha de agregar el nuevo método de uniones con tornillos de acero de alta resistencia, fuertemente apretados (Rodríguez-Avial, F 1963).

La normativa precedente de 1941 era parca en las normas constructivas de los enlaces; explicitaba sólo «que se procurará sustituir los enlaces roblonados con los de soldadura eléctrica».[9] El uso de roblones y tornillos suponía un dispendio de material férrico que las necesidades del momento no permitían. Así pues, parece lógico que, con las necesidades crecientes que conllevaba el Desarrollismo, se pasase

Estado de Carga I	Estado de Carga II
• Cargas permanentes • Sobrecargas de explotación • Sobrecargas de nieve • Sobrecargas de ejecución • Efectos producidos por asientos o movimientos posibles de las sustentaciones.	• Acciones estado de Carga I • Acción del viento • Efectos térmicos • Efectos de frenado y empuje lateral de puentes grúas. • Efectos sísmicos
$v_{ac} = 1{,}1$ (em62 – 1962) $v_{ac} = 1$ (em62 – 1976) $v = \frac{3}{2} = 1{,}5$	$v_{ac} = 1{,}1$ (em62 – 1962) $v_{ac} = 1$ (em62 – 1976) $v = \frac{4}{3} = 1{,}33$

Tabla 2. Estados de carga

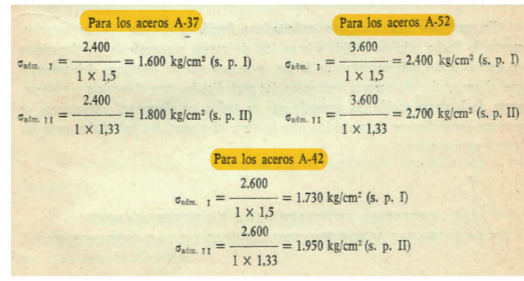


Figura 6. Tensiones admisibles según acero (Argüelles R. 1970)

a una normativa donde los medios de unión comprendieran 27 páginas de la misma.

La Instrucción explicita que «los perfiles que forman parte de una estructura han de enlazarse entre sí para construir barras compuestas; o para fijar las barras en su posición definitiva dentro del conjunto»,[3] a la vez que debe reducirse al mínimo el número de las uniones a realizar en obra. Respecto al cálculo de roblones y tornillos, *la e.m 62* prescribe que «el cálculo de esfuerzos y tensiones en roblones y tornillos se efectuará aceptando las hipótesis tradicionales, ampliamente sancionadas por la experiencia, de distribución uniforme y deformación plana de la costura».[3] Respecto a la soldadura, indica que se ajustará según el *Código de buenas prácticas para las construcciones soldades en acero*[3] del Instituto de la Soldadura. En las páginas siguientes la normativa explicita las distintas formulaciones para el diseño o comprobación de dichos elementos de unión.

Piezas sometidas a Compresión

Hacíamos mención en la introducción del auge que la construcción metálica empezaba a vivir en esta época del llamado «desarrollismo; el aumento en la producción de este material (acero) hizo cambiar el panorama y desde entonces vuelven a verse multitud de edificios con estructuras de acero» (Batanero 1973). Este hecho implicaba una revisión normativa «a fondo» del fenómeno del pandeo, pues la apenas media hoja del BOE correspondiente que la norma de 1941[9] le dedicaba, hacía ver que fuere necesario para garantizar la integridad de las nuevas estructuras metálicas que crecían en altura y en prestaciones.

Hasta la publicación en 1973 de *la MV103*[11], era necesario dotar al técnico de una normativa que viniese a llenar este vacío. Nuevamente, *la e.m. 62* cumplió con creces este espacio, dotando al técnico de más de 45 páginas (1ª edición) donde se abordaba ampliamente, y con el rigor habitual en las publicaciones del Instituto, este tema. El fenómeno es emprendido con *el método* ω, ya vigente en la normativa previa, ampliando el campo a los aceros F622, F612 (indicando también la validez para *los aceros europe*os de los tipos 33 y 37), así como los del tipo 52 (en la 1ª edición).

Coeficientes ω para los aceros F.622 y F.612

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	20
30	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	30
40	1,07	1,07	1,08	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	40
50	1,12	1,12	1,13	1,14	1,14	1,15	1,16	1,17	1,17	1,18	50
60	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,28	1,29	60
70	1,30	1,31	1,33	1,34	1,36	1,37	1,39	1,40	1,42	1,44	70
80	1,45	1,47	1,49	1,51	1,53	1,55	1,57	1,59	1,61	1,63	80
90	1,65	1,67	1,70	1,72	1,74	1,77	1,79	1,82	1,84	1,87	90
100	1,89	1,92	1,95	1,97	2,00	2,03	2,06	2,09	2,12	2,15	100
110	2,18	2,21	2,24	2,27	2,30	2,33	2,37	2,40	2,43	2,47	110
120	2,50	2,53	2,57	2,60	2,64	2,68	2,71	2,75	2,78	2,82	120
130	2,86	2,90	2,94	2,97	3,01	3,05	3,09	3,13	3,17	3,21	130
140	3,25	3,29	3,33	3,38	3,42	3,46	3,50	3,55	3,59	3,63	140
150	3,68	3,72	3,77	3,81	3,86	3,90	3,95	4,00	4,04	4,09	150
160	4,14	4,18	4,23	4,28	4,33	4,38	4,43	4,48	4,53	4,58	160
170	4,63	4,68	4,73	4,78	4,83	4,88	4,94	4,99	5,04	5,09	170
180	5,15	5,20	5,26	5,31	5,36	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64	180
190	5,70	5,76	5,81	5,87	5,93	5,99	6,05	6,11	6,16	6,22	190
200	6,28	6,34	6,40	6,46	6,53	6,59	6,65	6,71	6,77	6,84	200
210	6,90	6,96	7,03	7,09	7,15	7,22	7,28	7,35	7,41	7,48	210
220	7,54	7,61	7,67	7,74	7,81	7,88	7,94	8,01	8,08	8,15	220
230	8,22	8,29	8,36	8,43	8,49	8,57	8,64	8,71	8,78	8,85	230
240	8,92	8,99	9,07	9,14	9,21	9,29	9,36	9,43	9,51	9,58	240
250	9,66	Estos coeficientes son también aplicables a los aceros europeos de los tipos 33 y 37									

Tabla 3. Coeficientes ω para los aceros F622 y F612

La formulación indicaba que la carga se había «de mayorar» por este coeficiente ω a determinar. Se presentaba para vigas biarticuladas. La realidad es que

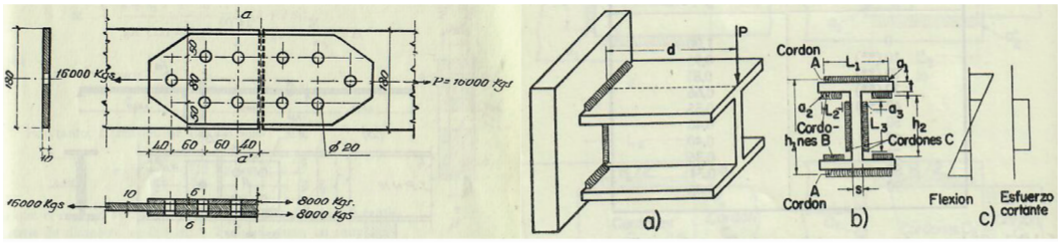


Figura 7. Ejemplo de unión roblonada (Izq.) y de unión soldada (Dcha.), (Rodríguez-Avial 1963)

no siempre es así, pudiéndose dar distintas vinculaciones e, incluso, el caso de vigas formando pórticos. *La em 62* prescribe estos casos, indicando que, «cuando la vinculación de la pieza sea diferente, se efectuará su comprobación como en el caso fundamental, pero utilizando la longitud ideal, la llamada longitud de pandeo L_k»,[3] la cual nos permite calcular la esbeltez ficticia previa al cálculo de la ω.

Las páginas que siguen a la normativa, indican al lector cómo calcular esta longitud en distintas casuísticas. Concluye el apartado con una interesante reflexión:

$$\lambda_k = \frac{L_k}{i} \rightarrow \text{Tabla 2} \rightarrow \frac{N\omega}{A} \leq \sigma_{ad}$$

> Los problemas de pandeo de las barras solicitadas a compresión axil o excéntrica pueden resolverse, cuando no sean de aplicación los métodos abreviados, utilizando la teoría de tensiones de segundo orden.[3]

Piezas flectadas

Entramos en otro campo fundamental de las estructuras metálicas que, por otro lado, era prácticamente inexistente en la normativa precedente; el de las deformaciones de las vigas. Desde el punto de vista de cálculo, el problema era prácticamente inabordable hasta los años 50, especialmente en pórticos o en vigas continuas, pues el calculista sólo disponía de los habituales prontuarios donde se encontraban las flechas en casos concretos. Con la formulación del método de Cross (Pons 2014), problemas de deformaciones (horizontales) y flechas (verticales) empiezan a ser abordados. Era necesario, pues, poder disponer de una normativa que permitiese compararlos para ver su validez o, en caso contrario, la modificación del perfil para garantizar la viabilidad. La norma de 1941 solo establecía que «las flechas admisibles para viguetas de pisos y correas de cubierta en luces ma-

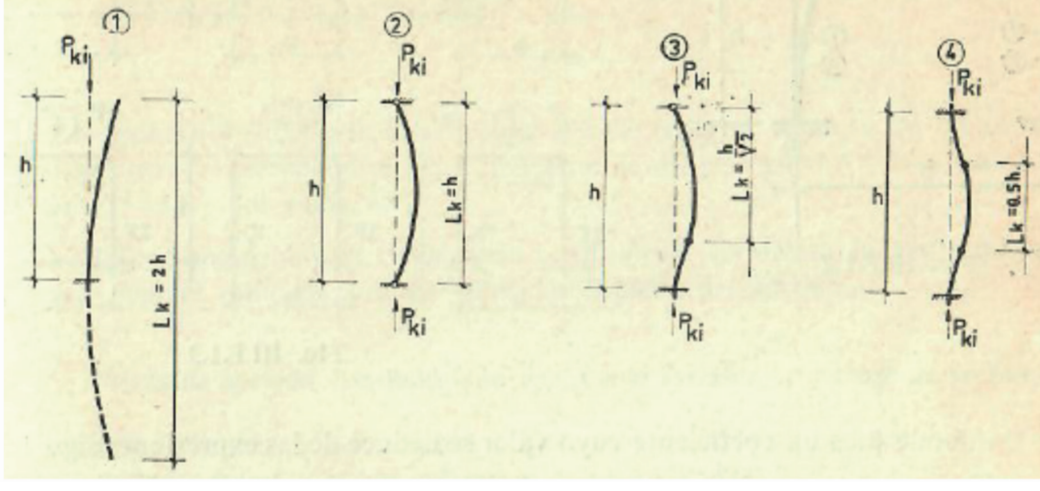


Figura 8. Ejemplos de determinación de la L_K según las vinculaciones (Argüelles 1970)

yores de 5 metros, serán menores de $\frac{1}{300}$ de la luz de cálculo, y para carreras de 7 metros $\frac{1}{500}$ de la luz a pesar de lo especificado para la tensión admisible».

La normativa *e.m. 62* amplia con creces las casuísticas, presentando muchas más opciones, promulgando en cada una de ellas los valores (máximos) aceptados, según se muestra en la Tabla 2.

ENTRECANALES, J.: «Apuntes de puentes».—Tipografía artística, Madrid, 1946.
HARTMANN, F.: «Stahlbrücken».—2.ª edición. Deuticke. Viena, 1953.
HAWRANEK, A. y STEINHARD, O.: «Theorie und Berechnung der Stahlbrücken». Springer, Berlín, 1958.
HÜTTE: «Manual del Ingeniero», Volúmenes I y III. G. Gili, Buenos Aires, 1948.
INSTITUTO DEL HIERRO Y DEL ACERO: «Tabla de Tipificación de los Aceros finos de construcción». 2.ª edición, Madrid, 1953.
JOINT WRC-ASCE COMMITTEE ON PLASTICITY RELATED TO DESIGN: «Commentary on plastic design in steel; Progress Reports 1 to 7». Proceedings de la ASCE. Julio, 1959, Abril, 1960.
KOLLBRUNNER, C. F., y MEISTER, M.: «Knicken».—Springer. Berlín, 1955.
— «Ausbeulen».—Springer. Berlín, 1958.
MASI, F.: «La prática delle costruzioni metalliche».—Hoepli, Milán, 1955.
MASSONNET, CH, y SAVE, M.: «Calcul plastique des constructions».—Volumen I. Centre Belgo-Luxembourgois d'information de l'acier.—Bruselas, 1961.
PAEZ, A.: «La determinación del coeficiente de seguridad en las distintas obras».—Publicaciones del IETCC. Madrid, 1950.
RODRIGUEZ-AVIAL, F.: «Construcciones metálicas». 4.ª edición. Dossat. Madrid, 1958.
STÜSSI, F.: «Entwurf und Berechnung von Stahlbauten», Volumen I. Springer. Berlín, 1958.
VEREIN DER DEUTSCHEN EISENHÜTTENLEUTE: «Stahl im Hochbau». 12.ª edición. Düsseldorf, 1953.
ZIGNOLI, V.: «Costruzioni Metalliche».—UTET. Turín, 1956-1957.

Tabla 4. Valores máximos aceptados para las flechas

Otro tema destacado en la normativa fue el de la comprobación frente al pandeo lateral (o vuelco de vigas), debido a la «existencia de este problema de inestabilidad que se puede plantear en vigas laminadas» (Argüelles 1970).

Este punto, clave en las estructuras metálicas, era totalmente omitido en la normativa precedente. Al efecto se dan pautas metodológicas para su cálculo. Este será también formulado con creces en la normativa *MV 103* posterior. A pesar de ello, al abordarse ya en la normativa de 1962, se desarrollará ampliamente en los libros de texto de la época. Ejemplo de ello lo encontramos en el referido del profesor Argüelles donde se detalla ampliamente este fenómeno «que se puede presentar en aquellas vigas cuyo cordón comprimido no esté inmovilizado transversalmente. En este caso la cabeza de compresión, vuelca, saliéndose de su plano» (Argüelles 1970).

Finalmente, en este apartado también destacamos como innovador el «comprobar que es suficiente la seguridad del alma frente a la abolladura»[3] en las vigas de alma llena. El estudio de este fenómeno permitió el uso de los rigidizadores ya que era antieconómico, en general, el aumentar el espesor de la chapa. Nuevamente se dan pautas para su cálculo.

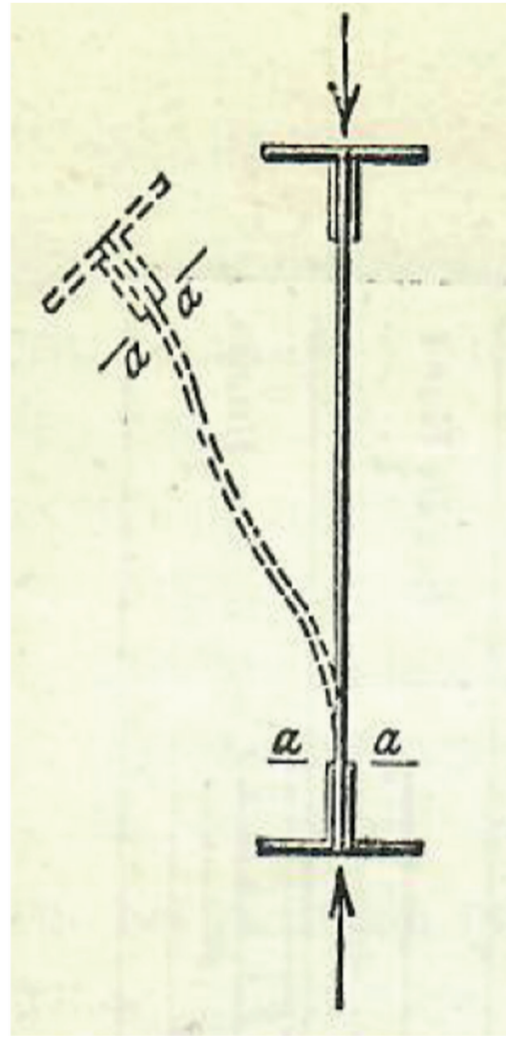


Figura 9. Pandeo lateral (Argüelles 1970)

La serie MV

Consciente de la falta de una reglamentación oficial, el Ministerio de la Vivienda, promulgó un conjunto

de normativas, conocidas comúnmente como Normativas MV, o simplemente *las MV*, dando respuestas a estas nuevas exigencias.

Con esta filosofía surgieron estas normas, que irían des de la MV101 hasta la MV111 (Pons-Poblet 2014).

Figura 10. Serie Normas Básicas de la Edificación (Pons-Poblet 2014)

A modo de conclusión

La publicación de la *Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero*[3], vino a llenar el vacío que la derogación de la normativa de 1941 dejaba. Don Eduardo Torroja, al frente del Instituto, lideró la génesis de una Instrucción que puso al día el mundo de las estructuras metálicas que estaba viviendo un auge en el país y que requería de una actualización por la obsolescencia de la precedente. A partir de este momento, aparece referenciada en la bibliografía que se iba generando, y en las memorias de los proyectos técnicos. La Instrucción constó de 4 ediciones. En abril de 1973, el Ministerio de la Vivienda, que venía promulgando la serie MV, publicaría la correspondiente *MV 103/1972, Cálculo de las estructuras de acero laminado en edificación*[11], pasando a ser la normativa oficial en el estado español.

A pesar de ello, es reconocida la importancia que tuvo *la e.m. 62* en el cálculo de estructuras, obra que D. Eduardo Torroja no llegaría a ver publicada pero que «el equipo de hombres que el formó, y a los que llamó a colaborar en sus afanes, ha puesto todo su empeño en cumplir celosamente ésta, una de las últimas Ordenes de Trabajo de Eduardo Torroja.»[3]

Notas

1. Gazeta es la base de datos que ofrece la colección histórica del Diario Oficial y contiene disposiciones y noticias publicadas en los diarios oficiales antecesores del actual Boletín Oficial del Estado desde 1661 hasta 1959. https://www.boe.es/buscar/gazeta.php
2. Boletín Oficial del Estado (BOE). https://www.boe.es
3. Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero. Instituto Eduardo Torroja. (1962). Madrid: Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
4. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc). https://www.ietcc.csic.es/en/
5. Según la Real Academia Española, política de un Estado que intenta basarse con sus propios recursos.
6. Según la Real Academia Española, política de apartamiento o no intervención en asuntos internacionales.
7. Decreto-Ley 10/1959, de 21 de julio, de ordenación económica. Publicación: BOE número 174 de 22/07/1959. Referencia: 1959/09920. BOE-A-1976-25284. Páginas: 10005 – 10007. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1959/174/A10005-10007.pdf
8. Instrucción para la redacción de proyectos y construcción de estructuras metálicas, redactada por el Ingeniero primero del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos D. Domingo Mendizábal y Fernández, aprobada por Real orden de 17 de Marzo último. Gaceta de Madrid: núm. 107, de 17/04/1930, páginas 384 a 392. Departamento: Ministerio de Fomento. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1930/107/A00384-00392.pdf
9. Decreto por el que se aprueba el Reglamento sobre las restricciones del hierro en la edificación, núm. 214, de 02/08/1941, páginas 5848 a 5853. Presidencia del Gobierno. https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1941/214/A05848-05853.pdf
10. Decreto 845/1960, de 4 de mayo, por el que se deroga el de 11 de marzo de 1941, que establecía restricciones en el uso del hierro en la edificación. https://

www.boe.es/boe/dias/1960/05/12/pdfs/A06337-06337.pdf
11. Decreto 1353/1973, de 12 de abril, por el que se establece la norma básica MV 103/1972, «Cálculo de las estructuras de acero laminado en edificación». http://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1973/153/R13037-13170.pdf
12. Normas y manuales del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1961).
13. Decreto 195/1963, de 17 de enero, por el que se establece la norma M. V. 101-1062, de «Acciones en la edificación». https://www.boe.es/boe/dias/1963/02/09/pdfs/A02207-02225.pdf
14. Instrucción e.m. 62 para estructuras de acero. Instituto Eduardo Torroja. (1976). 4ª edición. Madrid: Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Lista de referencias

Argüelles Álvarez, R. 1970. *La Estructura metálica hoy*. Madrid: Interciencia

Argüelles Álvarez, R. 1983. *La Estructura Metálica hoy*. 2ª Edición, 1ª Reimpresión. Madrid: Librería Técnica Bellisco.

Batanero, J. [et al.] 1971. *Estructuras metálicas de edificios*. Zamudio, Bilbao: Elexpuru hermanos.

Pons-Poblet, Josep Maria. 2014. De Gaudí a Miralles: cent anys d'estructura metàl·lica a Barcelona. Tesis doctoral. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras a la Ingeniería. http://hdl.handle.net/10803/279396

Pons-Poblet, J. M., & Arboix-Alió, A. 2022. El Decreto sobre las Restricciones del hierro en la edificación. La norma olvidada. *Informes De La Construcción* 74 (567), e463. https://doi.org/10.3989/ic.90270

Rodríguez-Avial Azcunaga, F. 1963. *Construcciones metálicas*. Madrid: Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Bóvedas estrelladas sobre planta octogonal en la Península Ibérica. Relaciones y tipos

Enrique Rabasa
Ana López Mozo
Miguel Alonso

Esta comunicación examina un fenómeno sobre el que se ha llamado poco la atención, y que los autores tienen la intención de investigar sistemáticamente, presentando aquí un panorama de lo conocido hasta ahora y de los aspectos que entienden son más relevantes en su estudio. Se trata de las bóvedas de crucería gótica que se organizan sobre una planta octogonal. La acotación es difícil por varios motivos.

Por una parte, existen bóvedas centralizadas sobre plantas poligonales de más de cuatro lados que no son octogonales, ya que las hay sobre hexágonos o sobre decágonos. Las más abundantes son las que tienen planta octogonal. Hay que especificar que nos referimos a la planta de la bóveda propiamente dicha, que puede cubrir un espacio cuadrangular y adaptarse a él por medio de trompas o bien bovedillas triangulares de tres nervios y una clave, denominadas trirradiales. Joseph Gelabert llamó a esta unidad *tercerol*.[1] Ambos recursos han sido denominados alguna vez pechinas, aunque ahora empleamos este término para el clásico triángulo esférico. A veces también la esquina del cuadrado es matada por un arco que está apeado con otro semiarco que llega al rincón. La presencia o no de estos espacios triangulares de transición está evidentemente en relación con la situación y uso de la capilla. En cruceros, generalmente cuadrados, es necesaria la transición, mientras que las capillas funerarias, anexas a la fábrica preexistente, con frecuencia en el espacio entre contrafuertes exteriores, pueden cubrir una planta inicialmente achaflanada u ochavada. Estos dos usos son los más característicos, aunque también se pueden encontrar estrellas ochavadas en salas capitulares, en lavatorios anexos a los claustros o incluso en la construcción civil.

Por otra parte, consideramos en este estudio más especialmente las bóvedas cuya complejidad geométrica puede permitir evaluar diferencias y semejanzas en el trazado. Es decir, nos centraremos en las que presentan una nervadura cuya proyección en planta es una estrella. Las que cubren la planta octogonal simplemente con nervios radiales son generalmente anteriores. La estrella suele quedar constituida al insertar bóvedas trirradiales en cada uno de los ocho sectores del octógono de una de aquellas primitivas. Es decir, en ellas se ha trasladado a cada sector el mismo esquema celular que existe en los sectores de una bóveda de las que llamamos de terceletes (figura 1).

Hasta aquí hemos hablado varias veces de unidades celulares triangulares con tres nervios convergentes. Estas unidades son relevantes, no solo en las bóvedas llamadas de terceletes o en estrella de cuatro puntas y en las bóvedas ochavadas más complejas que vamos a tratar, sino en todo el gótico tardío. Este hecho ha sido destacado por el estudioso polaco Józef Tomasz Frazik (1922-1998), en escritos no traducidos al inglés que no han llamado mucho la atención y que pensamos que merece la pena revisar y recuperar. La complejidad extrema de las bóvedas tardogó-

Enrique Rabasa; Ana López Mozo; Miguel Alonso – Universidad Politécnica de Madrid

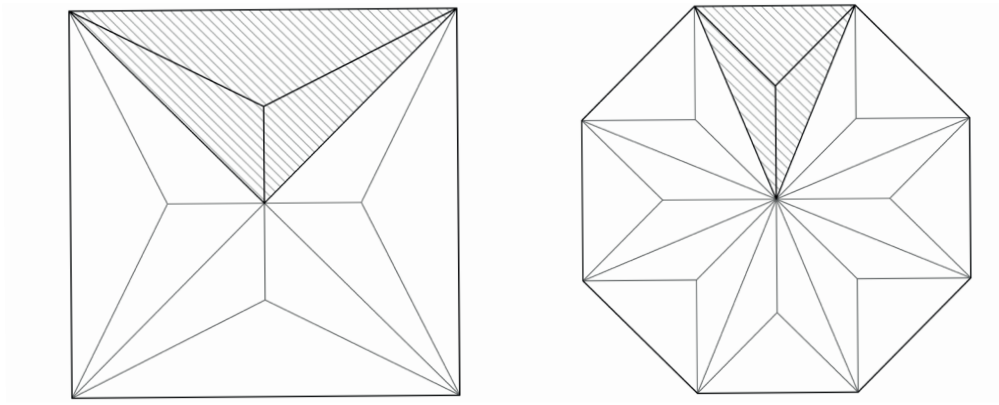


Figura 1. El esquema de la célula trirradial, a la izquierda en una bóveda de terceletes; a la derecha en una bóveda ochavada

ticas en Centro Europa se puede explicar bien como resultado de la combinación de muy diversas maneras de estas unidades que son las bóvedas trirradiales. Las bóvedas reticuladas alemanas presentan una continuidad a lo largo de las naves que no suele darse en España, donde los tramos tienden a individualizarse. Esas retículas son con frecuencia combinaciones de células trirradiales; en un caso extremo, las llamadas bóvedas a saltos, tipo singular del que no existe ningún ejemplar en España, están formadas por cadenas simples de trirradiales. En España las trirradiales se combinan en tramos cuadrangulares y también en estas bóvedas de simetría central que suelen cubrir espacios octogonales.

La acotación del tema es difícil por otro motivo. Los ábsides de remate de las naves suelen ser tramos aproximadamente semicirculares que cierran la serie de los tramos de la nave. En las primeras soluciones, la nervadura se dispone en ellos de forma radial. Si en una bóveda con simetría central la disposición radial no ofrece problemas, ya que todos los nervios coinciden en el centro, donde se contrarrestan, en los ábsides con esta disposición los nervios radiales forman un abanico aproximadamente semicircular y ejercen en el punto de convergencia un empuje hacia la nave. La solución a este problema ha dado lugar a diversas e interesantes alternativas. En los ábsides más avanzados y complejos se introducen formas estrelladas que presentan la apariencia de una estrella sobre planta octogonal parcialmente cortada para enlazar con la nave. Incluso en ocasiones el ábside se convierte en una capilla con luz mayor que la de la nave y por tanto con cierta entidad. El desarrollo de estos ábsides es difícil de separar del de las capillas ochavadas individuales, más aún cuando alguna de éstas presenta un lado más amplio a su entrada.

Presencia de las capillas ochavadas en España

Esta comunicación presenta una colección de bóvedas sobre planta ochavada o similar que es el resultado de una búsqueda inicial con el objetivo de completar una base de datos. Hemos buscado noticia de este tipo de bóvedas que pudiéramos llamar hispánicas y en el resto de Europa. Entre las españolas se podrían incluir sin gran contradicción bóvedas como la de la Sala dei Baroni en Nápoles, obra del mallorquín Guillem Sagrera, o la capilla abierta de Teposcolula en México, de planta hexagonal.

La comparación se hace aquí solamente atendiendo al esquema de su proyección horizontal. La intención de los autores es emprender la considerable tarea de comparar también la forma tridimensional de su red de nervios, considerando el trazado de sus arcos para establecer hipótesis, en la medida de lo posible, sobre el proceso de diseño y comparar consecuentemente unas con otras desde este punto de vista estrictamente constructivo.

Son tres los criterios adoptados para presentar la colección. Uno evidente es el cronológico. La ordenación nos muestra que el momento de la construc-

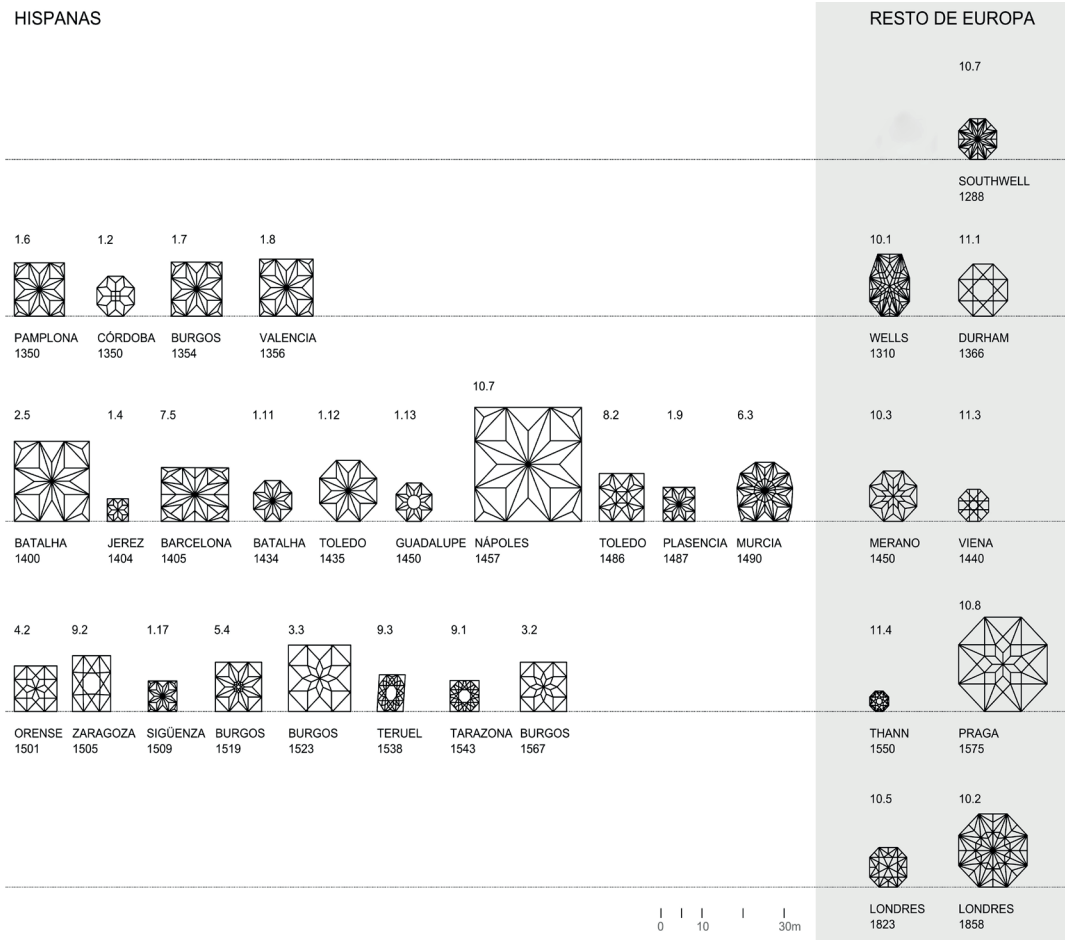


Figura 2. Selección de esquemas de bóvedas ochavadas, a la misma escala y comparando su cronología

ción de las más importantes es el siglo XV, si bien existen en el XIV y continuarán durante el XVI (figura 2). Otro criterio es el de la semejanza entre los trazados en planta. En el desarrollo de otros estudios[2] hemos encontrado que es muy fácil establecer relaciones entre esquemas de nervios en los territorios europeos atendiendo solamente a la organización de la proyección en planta, pero que eso no garantiza una transmisión de procedimientos técnicos, ya que el trazado tridimensional, que constituye el proceso constructivo real, puede diferir notablemente. Por tanto, la ordenación de las plantas, que podemos ver en la figura 3, es una base para guiar las investigaciones.

En estas series de bóvedas semejantes destaca la estrella de ocho puntas formada al unir cada vértice del octógono con el que se encuentra pasados tres lados, de manera que una parte de ese segmento constituye lo que venimos llamando tercelete. Sobre este esquema más simple se desarrolla una gran cantidad de variantes, añadiendo o no los nervios radiales, reduciendo la radialidad a la parte central, etc. Sin embargo, hay que advertir que en estos esquemas no está asegurado que los terceletes están realmente alineados de la manera descrita, es decir, que la dirección del tercelete sea precisamente hacia otro de los vértices del octógono. Esto es algo que hay que comprobar individualmente en cada

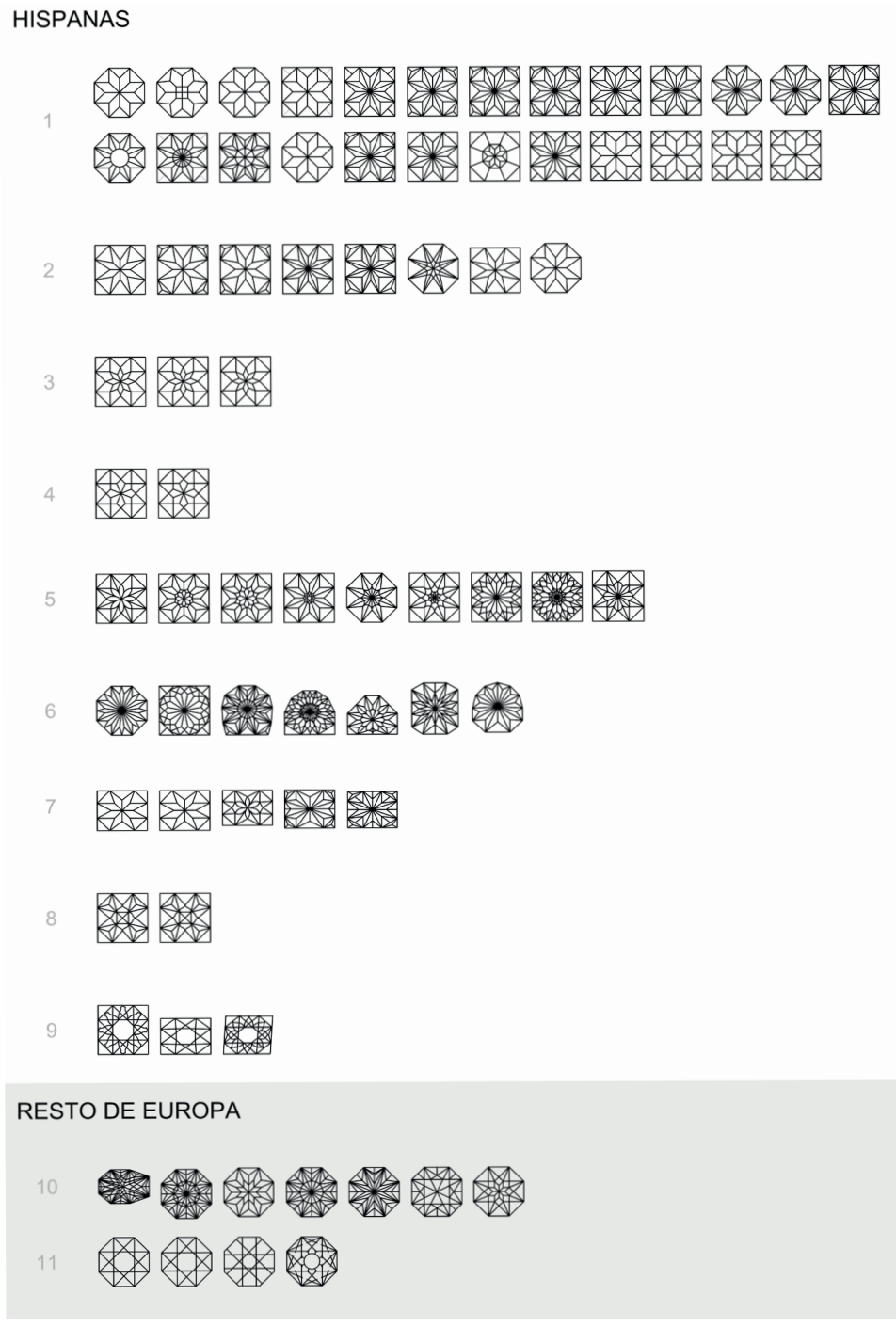


Figura 3. Agrupaciones de plantas de las bóvedas ochavadas por su semejanza

bóveda; no sería extraño que en muchos la dirección del tercelete fuera ligeramente diferente ya que en el caso de las bóvedas de terceletes sobre planta cuadrangular podemos encontrar dos maneras generales de trazar la dirección de los terceletes, pero una notable cantidad de variantes (López Mozo et al. 2021, Porras 2022).

No es necesario explicar las diferencias sutiles entre unos trazados y otros, que se pueden ver en la figura 3. Tras las variantes más inmediatas, aparecen bóvedas muy complejas, con gran cantidad de nervios. Hemos incluido también las bóvedas de arcos cruzados, sin clave ni anillo central, cuando son construcciones góticas. Y las últimas filas presentan adaptaciones a plantas con irregularidades más notables de lo habitual o plantas rectangulares o romboidales.

Otro criterio conveniente es el que organiza los tamaños, las luces. Para los seleccionados en la figura 2 se ha hecho de forma aproximada, a partir de las plantas generales, a la espera de los estudios posteriores.

La relación de bóvedas y los estudios de trazado realizados

Existe una notable cantidad de bóvedas de este tipo en España. Naturalmente, la lista que hemos reunido, debido a su extensión, no es insertable aquí, pero el lector puede hacerse una idea por las figuras mostradas. Esta lista no puede ser exhaustiva, ya que no hay otro método para buscar casos que la revisión paciente de lo documentado hasta ahora, y siempre podrá recono-

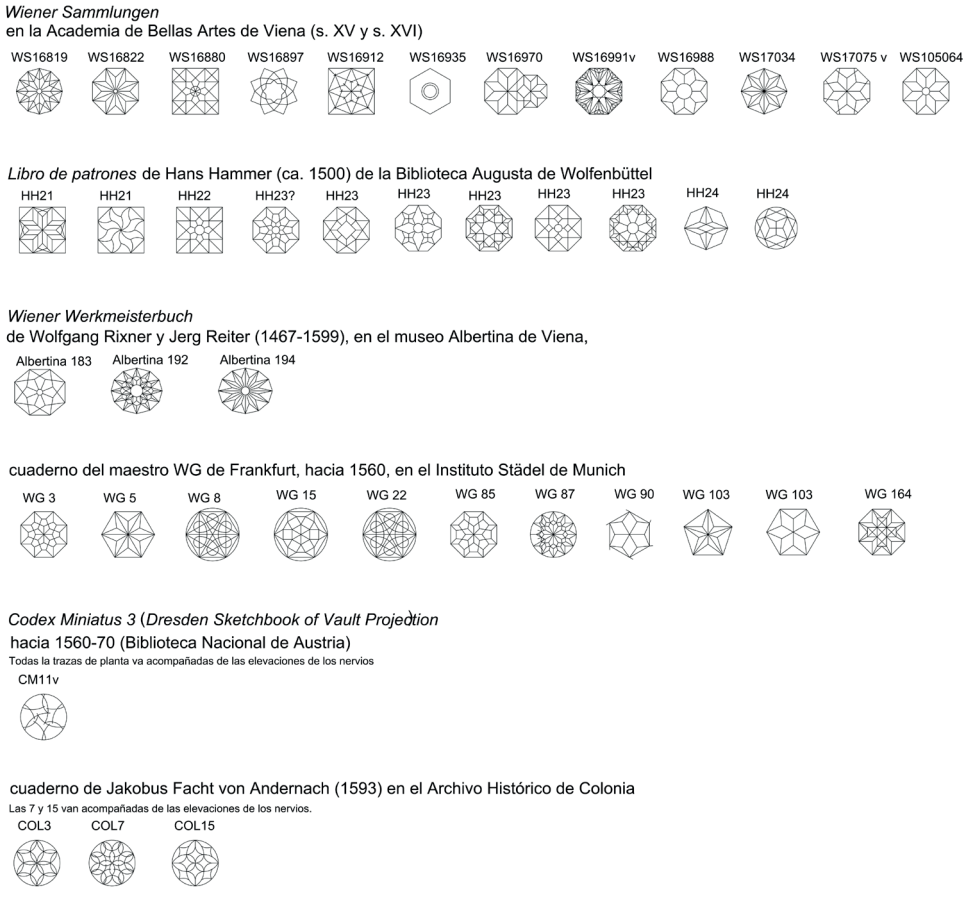


Figura 4. Esquemas de las bóvedas ochavadas y similares que se encuentran en manuscritos históricos europeos

cerse algún nuevo caso. Sin embargo, hasta ahora asciende a 72 ejemplos. Empleando el mismo empeño en el resto de Europa, hemos recogido solo 20.

Curiosamente, en cuanto a su presencia en trazados históricos, en la figura 4 se puede ver la colección que es posible encontrar en los manuscritos extranjeros (extraído de Rabasa et al. 2015); mientras que en el compendio de Javier Ibáñez que recoge las trazas españolas, aparte de las cabeceras, solo hay alguna débil insinuación (Ibáñez 2019, 336-343). Esta diferencia se explica por el carácter especulativo e incluso lúdico de los trazados del resto de Europa.

Algunas de las españolas son especialmente conocidas y han sido en consecuencia estudiadas más en detalle. Son, como cabe esperar, bóvedas especialmente grandes, y por tanto de cierta relevancia histórica.

Podemos citar aquí la sala capitular de la catedral de Valencia, capilla de Santiago en la catedral de Toledo (1440), la del Condestable en la catedral de Burgos (1494), la capilla de los Vélez en la catedral de Murcia, el cimborrio de Burgos (1569), la capilla de la Anunciación o de la Presentación en la catedral de Burgos, la sala capitular de la catedral de Valencia, la Sala dei Baroni del Castel Nuovo de Nápoles. Hay otras grandes bóvedas ochavadas en monasterios españoles. Las que encontramos en el resto de Europa son en general de menos luz.

Entre estas más espectaculares, sabemos que se han hecho estudios del trazado tridimensional para algunas. En la tesis doctoral de Pérez de los Ríos (2016) se ha explorado la posibilidad de encontrar un método semejante al conocido como del *prinzipalbogen* para la del Condestable. Lo justificaría el hecho de que es obra de Simón de Colonia, y presenta en

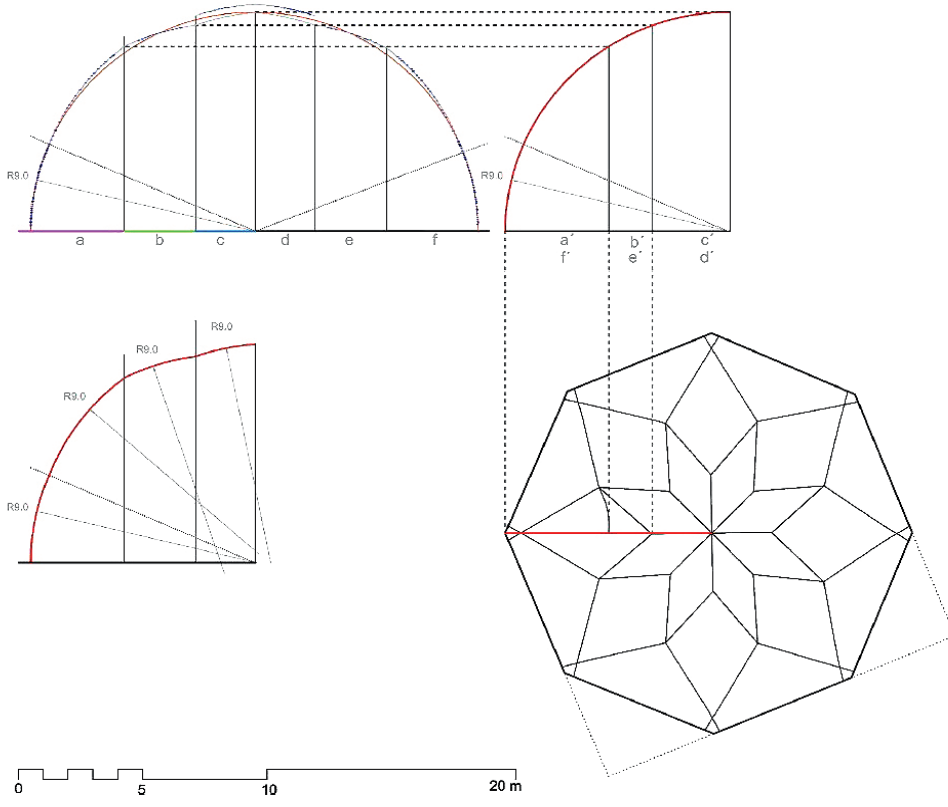


Figura 5. Análisis de arcos en la capilla del Condestable, en Pérez de los Ríos (2016)

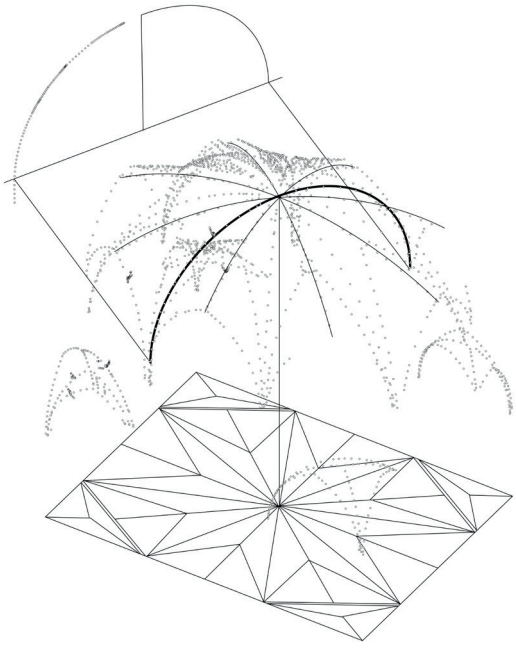


Figura 6. Levantamiento de las directrices de la red de nervios de la capilla del Cristo de Lepanto en la catedral de Barcelona

sus arranques el cruce de nervios característico de las bóvedas alemanas. Este estudio concluía que no se trata de la aplicación de este método, pero se puede encontrar alguna relación. (Figura 5)

El equipo de los autores ha estudiado también una más pequeña, la capilla del Cristo de Lepanto de la catedral de Barcelona. En ella se aborda un difícil problema geométrico, como es la adaptación del octógono a una planta oblonga. Por la planta del conjunto, es de suponer que el octógono había de adaptarse a las dimensiones de un espacio rectangular existente. El constructor pudo haber empleado algunos recursos para lograr que los lados del octógono tuvieran prácticamente la misma longitud (la solución exacta requeriría operaciones algebraicas). En este caso, es evidente que los nervios radiales son de amplitudes muy diferentes, y hemos comprobado con suficiente seguridad que el más corto de ellos ha sido trazado como un semicírculo. (Figura 6)

La bóveda octogonal de la Sala dei Baroni ha sido estudiada también por el equipo de los autores (Rabasa Díaz et al. 2012, Pérez de los Ríos 2016; también Como 2018). No ha sido fácil concluir con seguridad, ya que sufrió mucho con un incendio, pero tanto la hipótesis propuesta como las descartadas apuntaban al empleo del semicírculo o cuarto de circulo como punto de partida para los nervios radiales. (Figura 7)

La que se encuentra en el crucero del monasterio de San Juan de los Reyes en Toledo ha sido objeto de estudio estructural por parte del profesor Santiago Huerta, sobre un levantamiento de la profesora Ana López Mozo (Huerta 2005). En él quedó evidente la irregularidad de la planta cuadrangular. El trazado se ha presentado como relacionado con el esquema de arcos cruzados, pero realmente se aparta de él en cuanto no se sigue una estricta alineación en planta (Figura 8). El estudio concluye, acertadamente, que el trazado, que además contiene nervios en forma de S característicos de Juan Guas, disimula acertadamente la irregularidad inicial.

La capilla de los Vélez, de la que están haciendo el levantamiento José Calvo y Pau Natividad, es de planta decagonal para adaptarse con su gran tamaño a la irregularidad del espacio ampliado de una antigua capilla perimetral. No hay acuerdo sobre el autor, que no tiene por qué ser el mismo que el de la fábrica en la que se apoya (el color de la piedra es incluso distinto), pero presenta también nervios en forma de ese y podríamos decir que adapta la estrella decagonal a un polígono muy irregular de tal manera que no destaca la diferencia entre sus lados (Figura 9).

No es raro que los pocos estudios desarrollados hasta ahora se centren en grandes bóvedas, en las que los problemas son más notables y los levantamientos conducen a mayor seguridad en las hipótesis. Estas grandes bóvedas están acompañadas, como ha sido señalado por Alberto Sanjurjo,[3] por escaleras de caracol que pueden haber sido empleadas durante el propio proceso constructivo.

Lo que sí es más notable es que no existan estudios semejantes para las bóvedas del resto de Europa. Tras un esfuerzo de recopilación, el número de bóvedas de este tipo encontradas en Europa es, como se puede ver, más reducido que el de la Península o el de España, y en general de menor tamaño.

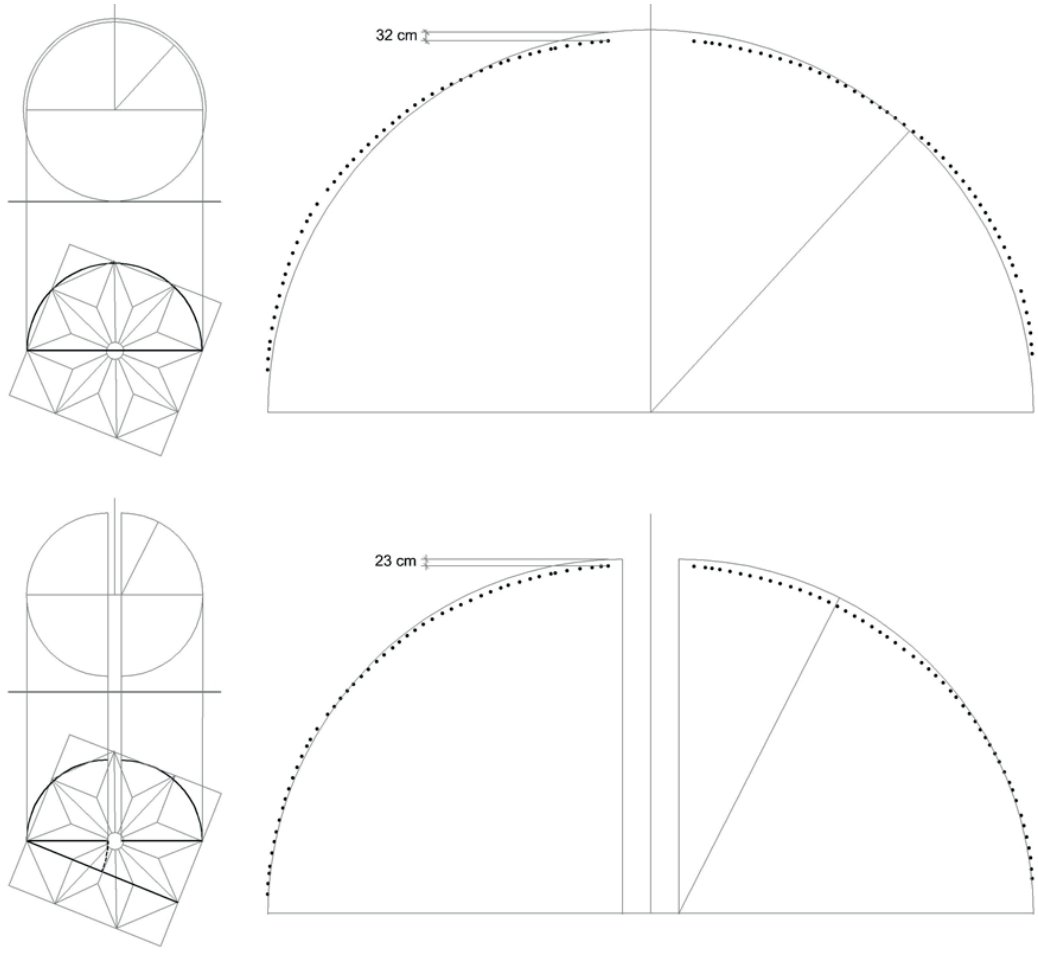


Figura 7. Hipótesis sobre el trazado de los arcos diagonales de la Sala dei Baroni (Rabasa et al. 2012)

Conclusión

La recopilación de datos que aquí se ofrece no solo es útil para el desarrollo de posteriores estudios, sino que señala una anomalía hasta ahora no destacada: tanto la cantidad, como la importancia histórica y tamaño de las bóvedas ochavadas en España son notablemente superiores a las del resto de Europa. Llama la atención también la escasísima presencia en Francia. Las que podemos encontrar en Centro Europa son con frecuencia secundarias y sencillas.

Esto puede deberse a la voluntad que se da en España de crear espacios de especial relevancia en competencia con el resto de la edificación, como las capillas funerarias. También es inmediato pensar en la tradición de la *qubba* y la posible relación con las bóvedas cordobesas y románicas de arcos cruzados. En cualquier caso, en España no proliferan las retículas longitudinalmente extensas de Centro Europa, pero florecen especialmente estas organizaciones centralizadas.

La observación de los pocos casos hasta ahora analizados en su tridimensionalidad enfoca el futuro de nuestro trabajo hacia la investigación de la igual o distinta introducción de partida de un arco semicircular, y las iguales o distintas estrategias de adaptación a las irregularidades.

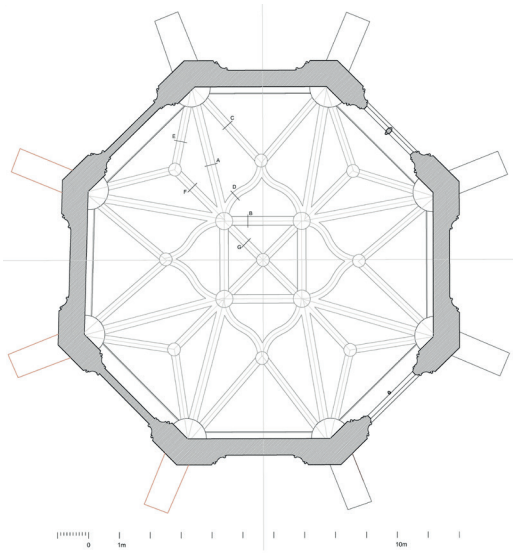


Figura 8. Planta del cimborrio de San Juan de los Reyes, por Ana López Mozo, en Huerta (2005)

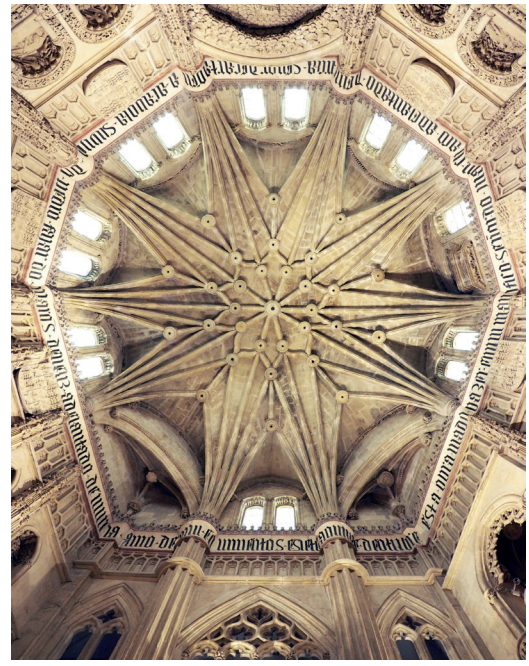


Figura 9. Capilla de los Vélez en la catedral de Murcia

Notas

1. Joseph Gelabert llama así a la capilla triangular con tres nervios, por lo que pensamos que su traducción no es propiamente "tercelete" (Rabasa 2011, 390). Gómez Martínez (1998, 79) considera que originalmente se pudo llamar tercelete a esta unidad y después se transfirió el nombre a la agrupación de cuatro.
2. Véase http://vaults.aq.upm.es/TRANSGOT/base-de-datos/
3. Artículo en prensa para *Arqueología de la Arquitectura*.

Lista de Referencias

Como, Maria Teresa. 2018. Inquiring on Structural Identity of Sala dei Baroni Vault. En I.Wouters et al. (edd.) *Building Knowledge, Constructing Histories, Proceedings of the Sixth International Congress on Construction History*, vol 1, pp.493-500, Leiden.

Gómez Martínez, Javier. 1998. *El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de Crucería*, Valladolid: Universidad.

Huerta, Santiago. 2005. Informe sobre la estabilidad del cimborrio de la iglesia de San Juan de los Reyes. Informe inédito, ETS de Arquitectura de Madrid.

Ibáñez Fernández, Javier. 2019. *Trazas, muestras y modelos de tradición gótica en la Península Ibérica entre los siglos XIII y XVI*, Madrid: Instituto Juan de Herrera.

López Mozo, Ana et al.. 2021. On the plan layout of tierceron vaults: Geometry and building process. En S. Sementsoft et al., *Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage*.

Pérez de los Ríos, Carmen. 2016. Aspectos formales y constructivos en la obra de Guillem Sagrera: el uso de las plantillas. Tesis doctoral inédita, ETS de Arquitectura de Madrid.

Porras Barrientos, Bárbara. 2022. El trazado de terceletes en proyectos góticos españoles. TFG inédito, ETS de Arquitectura de Madrid.

Rabasa Díaz, Enrique. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano y COA de Islas Baleares.

Rabasa Díaz et al. 2012. The 100 Ft Vault: The Construction and Geometry of the Sala dei Baroni of the Castel Nuovo, Naples. En *Nuts & Bolts of Construction History* edited by Carvais, Robert et al. 53-59. Paris: Picard.

Rabasa Díaz et al. 2015. Trazado de bóvedas en las fuentes primarias del tardogótico: configuración tridimensional. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Madrid: Juan de Herrera 2015

Una discusión acerca del uso de bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la vega del Guadalete (Cádiz)

Esther Redondo Martínez

El INC (Instituto Nacional de Colonización) se crea en octubre de 1939, recién terminada la Guerra Civil. Se organizó por delegaciones regionales alrededor de las cuencas hidrográficas: Guadalquivir, Guadiana, Tajo, Ebro, Sur, Levante, Noroeste.

La documentación relativa a los proyectos se conserva en un archivo, dependiente del Ministerio de Agricultura. En general, para cada pueblo se conservan muchas carpetas de archivo: decisión del emplazamiento y compra de fincas, proyecto del pueblo y sucesivas ampliaciones. Así, encontramos documentación referida a un mismo pueblo desde su inicio hasta finales de la década de los 60 o primeros 70.[1] Los poblados de colonización se construyen de forma sencilla, con materiales humildes y apegados a la zona, con el objeto de abaratar costes (Tamés, 1983).

La comunicación continúa otras presentadas en anteriores congresos: Castilla y Redondo, 2021 y 2022, Redondo 2024. Ahora se continúa el estudio en una zona muy concreta de la cuenca del Guadalquivir: la vega del Guadalete en la provincia de Cádiz; en la documentación del INC aparece como "Zona Regable del Guadalcacín". La delegación del INC se encuentra en Jerez de la Frontera. En la zona del Guadalquivir, las bóvedas tabicadas no son un sistema constructivo habitual (aunque hay algunas excepciones, como el pueblo de Esquivel, del arquitecto Alejandro de la Sota). En esta vega del Guadalete se comienzan construyendo forjados y cubiertas de madera, pero los problemas de conservación de las estructuras con este material llevan a plantearse un cambio. En ese contexto aparece una interesante discusión sobre las ventajas (o no) del uso de bóvedas tabicadas.

La zona de estudio se indica en la figura 1, con sus 11 núcleos de población: Estella del Marqués, Torrecera, San Isidro de Guadalete, José Antonio, Nueva Jarilla, Guadalcacín del Caudillo, La Ina, La Barca de la Florida, El Torno, Vegas de Arcos (La Pedrosa) y Torremelgarejo (este último sin actuaciones del INC). En la comunicación se estudia también la pedanía Coto de Bornos, situado fuera de esta zona, pero aguas arriba del mismo río.

Algunas de las fincas que había en la zona habían sido expropiadas por el Instituto de Reforma Agraria (IRA) entre 1932 y 1934 (Blanco y Candón, s/f). En 1940, tras la guerra civil, se devuelven a sus anteriores propietarios, aunque continúan viviendo en ellas algunos campesinos. Las viviendas existentes estaban diseminadas y eran de baja calidad: algunas de mampostería y cubiertas de fibrocemento construidas por el IRA, o chozas autoconstruidas de palos y paja. Además, la población dispersa dificultaba la asistencia a las escuelas o la atención médica (Blanco y Candón s/f). Estas circunstancias llevaron, probablemente, a ser una de las primeras zonas en las que actúa el INC: las fincas La Florida, el

Esther Redondo Martínez – Universidad Europea de Madrid

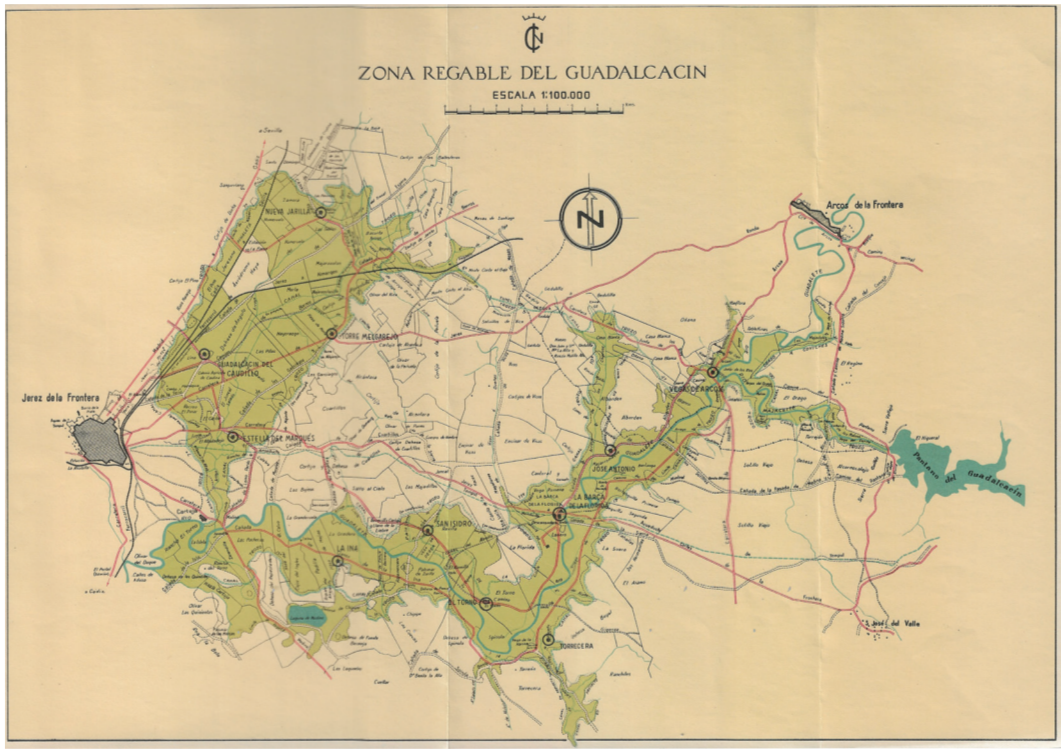


Figura 1. Mapa de la zona estudiada (Archivo INC)

Torno, La Suara y Torrecera se exceptuaron de devolución a sus propietarios originales por considerarse de Interés Nacional y fueron compradas por el INC en 1941. Ya en 1943 encontramos, en el archivo del INC, los primeros proyectos relativos a los pueblos de El Torno y la Florida. Se refieren a grupos de viviendas sin ningún servicio adicional aún, y en ellos se hace referencia a la emergencia habitacional de la zona:

> La urgencia con que se presenta el problema de la construcción de viviendas en "El Torno" nos ha inducido a separar el correspondiente expediente del proyecto general de la finca, a fin de su rápida tramitación. El presente proyecto comprende cincuenta casas en la finca del EL TORNO (término municipal de Jerez de la Frontera) en la disposición que podrá apreciarse en el plano de urbanización correspondiente que se adjunte en su día (Carpeta 178. Memoria del proyecto, julio 1943)

Primeras viviendas en El Torno y La Barca de la Florida

Los primeros proyectos para estos dos pueblos se redactan a la vez, en 1943, siendo su autor el arquitecto Víctor D'Ors. En ambos se presenta primero un proyecto para construir con urgencia 50 viviendas (carpetas 177 y 178, julio de 1943) y poco después, un proyecto de urbanización (carpeta 3011, septiembre de 1943).

En la memoria de los proyectos se describe un sistema constructivo muy sencillo: solera de hormigón pobre sobre capa de piedra machacada, muros de mampostería ordinaria, cimientos con mampostería hormigonada, encalado interior y exterior como revestimiento único. Las cubiertas se construyen principalmente con madera, como se ve en el texto inferior y en las figuras 2 y 3.

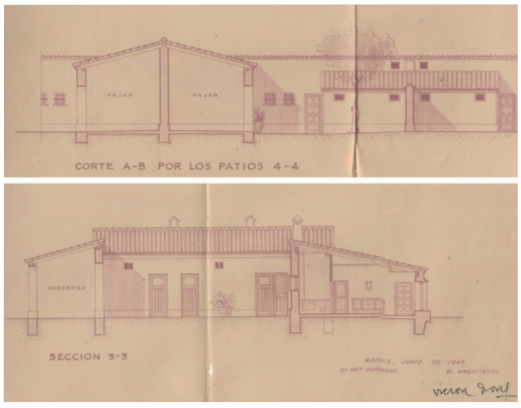


Figura 2. Secciones de vivienda tipo y su pajar adjunto, en El Torno (Carpeta 301. Planos, junio 1943)

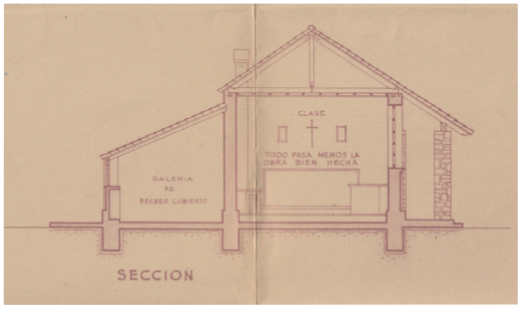


Figura 3. Sección de la escuela (Carpeta 301. Planos, junio 1943)

> Atención preferente a la cubierta que se proyecta con tablero sobre parecillos y teja árabe, cogida en parte con cemento. La Empresa que se encargue de la construcción debe proponer sino responder absolutamente de la madera a emplear en los parecillos, la solución de bovedillas transversalmente a las crujías y contrarrestadas en sus extremos por contrafuertes (Carpeta 178. Memoria del proyecto, julio 1943)

Ambos pueblos siguen creciendo:

— en El Torno, en 1945 se proyecta el Centro Cívico (carpeta 615), en 1948 se proyectan 30 viviendas nuevas (carpeta 1935) y en 1950, 26 más (carpeta 2954). Los arquitectos son (por orden) José Subirana, José Luis Fernández del Amo y Manuel Lacasa.

— en La Barca de la Florida, en 1944 se proyecta un bloque de viviendas para artesanos a cargo de José Subirana (carpeta 446); a continuación, se suceden muchos proyectos firmados por José Luis Fernández del Amo: casa Cuartel (carpeta 1111, 1947), dos ampliaciones de 17 y 44 viviendas (carpetas 1243, y 1343, en 1947), nuevas viviendas para artesanos (carpeta 2398, en 1949) el Centro Cívico (carpeta 2263, en 1949) y la iglesia (carpeta 2897, en 1950).

En todos estos proyectos se mantienen las cubiertas de madera, empleando cerchas cuando las luces son algo mayores, ver figura 4.

Únicamente en la cúpula de la iglesia de La Barca de la Florida encontramos una bóveda, que es tabicada según se indica en el presupuesto del proyecto, ver figura 5 y tabla 1.

La creación del poblado de Coto de Bornos

Coto de Bornos queda un fuera del área de estudio, situado unos 25 km hacia el noreste, en las orillas del pantano de Bornos, alimentado por el mismo río Guadalete.

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
m^2	de bóveda tabicada de tres gruesos de rasilla	57,19
2,00	Horas de oficial y ayudante, con su p.p. de encargado	15,37
72 ud	rasillas, a 384,93 (pesetas/millar)	27,71
	mano de obra	0,48
20 kg	de yeso a 273,00 (pesetas/1000kg)	5,46
	Mano de obra	0,11
0,05 m^3	de mortero	6,65
	Cargas sociales	1,41

Tabla 1. Precio descompuesto de partida de bóveda tabicada (Carpeta nº 2897. Cuadro de precios nº 4, noviembre 1950).

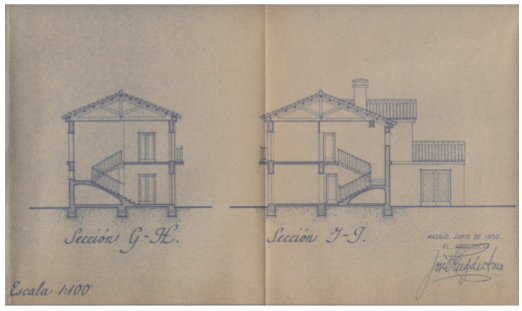


Figura 4. Secciones transversales (Carpeta nº 2398. Planos, junio 1950)

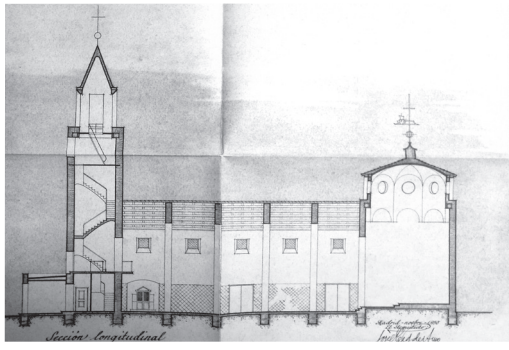


Figura 5. Iglesia, sección longitudinal (Carpeta nº 2897. Cuadro de precios nº 4, noviembre 1950).

En noviembre de 1949 se redacta el Proyecto de Colonización (carpeta 2619), que incluye un «Anteproyecto de Edificaciones» firmado por el arquitecto Manuel Lacasa en febrero de 1950.

Las viviendas se inspiran en las ya construidas en El Torno y La Barca con algunas modificaciones. Sobre la construcción, muros y cimientos serán de piedra de canteras cercanas y pilares de ladrillo; acerca de las cubiertas se extiende mucho más ya que considera que será uno de los costes más importantes del proyecto

> Cualquier procedimiento que se emplee, que permita abaratar, aunque sea muy ligeramente el coste del m2 de cubierta, representa para esta superficie tan grande, un ahorro de importancia extraordinaria. Ello nos obliga a estudiar una innovación de cubiertas y no continuar con las normas tradicionales de cubierta de teja curva sobre armadura de madera
>
> Hay otra razón de tanta importancia como la anterior y es la mala calidad de las maderas (…) La consecuencia lamentable es que el estado de las cubiertas de muchos de los pueblos del Instituto, es francamente malo. Incluso en La Florida es necesario renovar la cubierta de todos los edificios de la plaza de artesanos, construídos hace cuatro años y en numerosas viviendas de colonos, construídas también en la misma fecha.
>
> Ello nos inclina a recomendar la construcción de cubiertas con bóveda de ladrillo tabicado(..)
>
> Este tipo de cubiertas se viene ensayando desde hace años, especialmente en Cataluña y recientemente han publicado unos trabajos relacionados con las mismas los Arquitectos D. Eugenio Bosch y D. Luis Moya, que en parte pueden tener aplicación para este tipo de construcciones. Sin embargo, se sale esto de los límites de un anteproyecto y por ellos se ha pedido a la Dirección General un crédito para ensayar alguno de estos tipos de cubierta (Carpeta 2619. Memoria del proyecto, febrero 1950)

Como parte del argumento de Manuel Lacasa es económico, ofrece unos precios (deducidos de forma teórica) según los cuales la cubierta clásica con armadura de madera costaría 205,47 pesetas/m^2 y la cubierta de bóveda tabicada y teja curva, 163,94 pesetas/m^2.

El Servicio de Arquitectura del INC no parece muy partidario de estas innovaciones, respondiendo así al arquitecto:

> Respecto al tipo de cubierta que se propone es necesario hacer notar las siguientes observaciones: no se ha previsto en la confección del precio de la cubierta con bóveda la necesidad de un atirantado a base de redondos o de una coronación de muros con zunchos de hormigón, que absorbe el empuje de las bóvedas, todo lo cual supone aumento de precio, a la vez (…) será necesaria la colocación de cielo raso para evitar que al hacer la distribución de la planta se produzcan techos en las distintas plantas con soluciones extrañas y para conseguir cámaras de aire que proteja de las temperaturas extremas. (…)
>
> Por otra parte en el tipo de cubierta propuesto este Servicio vé los siguientes inconvenientes: la necesidad de obreros especializados (…) con mayor razón tratándose de soluciones de planta en L como las envíadas que exigirán resolver encuentros de bóvedas que deberán ir bien rematados para no quedar en malas condiciones. (…)

> En resúmen a juicio de este Servicio creemos es más económico la cubierta de madera y teja curva (..) pero empleando para su abaratamiento caña en lugar de la tabla (Carpeta 2619. Informe del Servicio de Arquitectura, mayo 1950)

El proyecto final del pueblo es de 1952, lo firma el arquitecto Fernando Cavestany (carpeta 3680). Los planos apenas tienen información constructiva, pero en el presupuesto aparecen partidas de cubiertas realizadas con armadura de madera, con bóvedas tabicadas e incluso con faldones de hormigón aligerado. La partida de cubierta de teja sobre bóveda tabicada incluye los tirantes de hierro y tiene un coste final de 167,66 pesetas/m^2, frente a 164,57 de la cubierta sobre armadura de madera y 178,19 de la cubierta sobre faldón de hormigón armado aligerado. Examinando los proyectos parciales de los distintos edificios que conforman el pueblo, puede verse que las viviendas de colonos tipo 1, 3 y 5 se construyen con una cubierta de bóveda; las viviendas tipo 2 y 7 con cubierta de madera; la vivienda tipo 4 era de dos plantas: cubierta de madera y forjado de hormigón aligerado; la vivienda tipo 6, también de dos plantas, tenía cubierta con bóveda y forjado de hormigón aligerado. En general, parece que las viviendas de planta rectangular y con una sola planta se construyen con bóvedas tabicadas en la cubierta, mientras que las viviendas que tienen una forma en planta algo más compleja (en L) o 2 plantas, o zonas con dos plantas y otras solo con una planta, son las que se construyen con cubiertas de madera y forjados de hormigón aligerado. Quizá quisieran hacer caso al consejo del Servicio de Arquitectura del INC, al menos en lo que se refiere a la dificultad de construir bóvedas sobre planta complejas. El resto de edificios del pueblo (escuela, iglesia, ayuntamiento y viviendas de maestro, médico cura y artesanos, se construyen con armaduras de madera y forjado de hormigón aligerado).

Los que sí es general en todos los edificios del pueblo es que los forjados intermedios, si los hay, son siempre de hormigón aligerado y que las escaleras son siempre de bóveda tabicada, con doble tablero de rasilla, el primero recibido con yeso y el segundo con cemento

El pueblo de José Antonio en la finca Majarromaque

El anteproyecto de este pueblo es ligeramente posterior al del Coto de Bornos, firmado por Manuel Lacasa en 1950 (carpeta 2645). En la memoria de este anteproyecto, aunque se indican forjados y cubiertas de ladrillo armado, el arquitecto vuelve a insistir en la conveniencia de emplear bóvedas tabicadas.

> No obstante lo indicado en lo referente a cubiertas y forjados de piso, se insiste en lo conveniente de construírlos con bóveda de rasilla. La práctica demuestra lo inadecuado del sistema de cubierta de madera con las pequeñas pendientes que han creado el tipo adoptado en esta zona. Constructivamente es aconsejable la bóveda de rasilla soportando el tablero plano sobre el que se fija la teja; este es un sistema que ha alcanzado un éxito indiscutible en otras regiones y que en esta ha de probarse en lo que se refiere a mano de obra y coste. A este fin, por esta Delegación se ha formulado un C-2 solicitando crédito para estas pruebas que se consideran de gran importancia para comprobar la facilidad de mano de obra y coste (Carpeta 2645. Memoria del proyecto, abril 1950)[2]

El anteproyecto de Majarromaque recibe informes de varios departamentos del INC, todos ellos «tumbando» la idea de Manuel Lacasa de construir las cubiertas con bóvedas tabicadas:

> Respecto al sistema constructivo nos parece bien excepto la propuesta hecha de cubrir las viviendas *con bóvedas de rasilla y cubierta de teja curva creyendo es preferible hacerlo por el sistema tradicional de armadura de madera y fundándonos en las razones que este Servicio ha tenido para rechazar dicho sistema en el informe dado sobre el anteproyecto de "Coto de Bornos" recientemente presentado por esa Delegación (Carpeta 2645. Informe del Servicio de Arquitectura, mayo 1950)*

> Conviene, como indicaba el Servicio de Arquitectura, desistir de efectuar los tejados por medio de bóvedas con rasillas y cubierta de teja curva, adoptando armadura de madera. Esta variación la ha estudiado el Servicio de Arquitectura con todo detalle en el Proyecto de viviendas de la nueva parcelación de coto de Bornos y quedó demostrado que es más cara la solución de bóvedas que la tradicional *(Carpeta 2645. Informe de la Sección Primera, junio 1950)*
>
> Que no se juzga conveniente adoptar para las cubiertas de las viviendas en sistema de bóvedas de rasilla que soporte el tablero sobre el que se fija la teja, hasta que el

ensayo de este sistema, que debe llevarse urgentemente a cabo, demuestre de un modo práctico que ofrece ventajas técnicas y económicas *(Carpeta 2645. Acuerdo de la Dirección General de Colonización, julio 1950)*

A pesar de todos esos informes negativos, en el Proyecto del pueblo, que se presenta en diciembre de 1951, puede leerse lo siguiente

VI.-Construcción.- Las características constructivas responden al tipo de la localidad y se detallan en el capítulo I del pliego de condiciones

Se ha introducido la variante de construcción de cubiertas con bóvedas tabicadas ensayado con indiscutible éxito en numerosas edificaciones realizadas por esta Delegación

A las ventajas económicas y de mayor duración que las estructuras de madera se suma la de realizar el movimiento de cubiertas que no se obliga a la disposición de cumbreras y caballetes coincidiendo con las líneas de muros interiores de carga *(Carpeta 3430. Memoria del proyecto, diciembre 1951)*

Y, lo que resulta más sorprendente: entre julio de 1950 y enero de 1952, fechas en las que se firman ambos informes, el Servicio de Arquitectura del INC ha cambiado completamente de opinión, considerando las bóvedas tabicadas parte del «sistema corriente en la localidad»:

El sistema constructivo es el corriente en la localidad. Se compondrá de hormigón ciclópeo, fábrica de mampostería con verdugadas de ladrillo en viviendas de dos plantas y sin verdugadas en una planta, cubierta y forjado de bóveda con zunchos de hormigón y tirantes de hierro en tabiquillos y tablero plano de teja curva, firme de hormigón de grava y cemento, escaleras de rasilla *(Carpeta 3430. Informe del Servicio de Arquitectura, enero 1952)*

En el presupuesto del proyecto se describen tres tipos diferentes de cubierta: sobre armadura de madera, sobre faldón de hormigón aligerado con cerámica y sobre bóveda tabicada. El debate económico parece haber quedado aparcado ya que según los precios que se presentan aquí, la bóveda tabicada es el sistema más caro (180,73 pesetas/m^2) frente a los 164,94 de la armadura de madera y los 177,85 del faldón de hormigón.

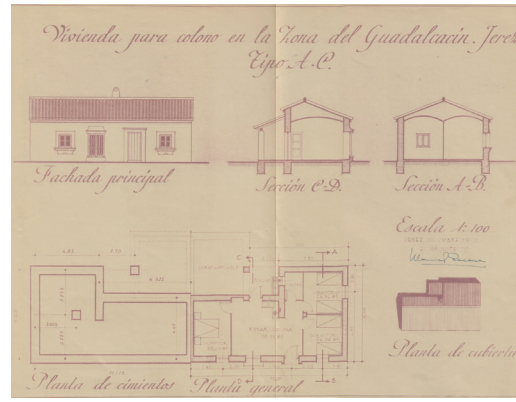


Figura 6. Vivienda tipo A-C, este plano aparece en el proyecto de varios pueblos. La cubierta se construye con bóveda tabicada salvo en el porche, que es de madera *(Carpetas 3430 y 4373. Planos, diciembre 1950)*

San Isidro de Guadalete

Este pueblo se desarrolla en paralelo a José Antonio. Hay un anteproyecto presentado en julio de 1950 que no se ha consultado. El proyecto es de enero de 1952 (carpeta 3431). En la memoria, aparece la misma descripción del sistema construido empleado y en el presupuesto las mismas partidas, con los mismos precios, que en el pueblo de José Antonio.

En diciembre de 1952 (carpeta 3866) se presenta el proyecto del Centro Cívico junto con 21 nuevas viviendas y dependencias agrícolas. En la memoria

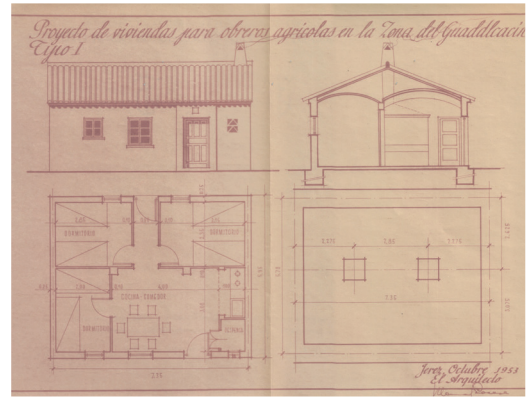


Figura 7. Vivienda para obrero agrícola tipo I. Se desarrolla en una sola planta y la cubierta se construye enteramente con bóveda tabicada *(Carpetas 4373 y 4452. Planos, octubre 1953)*

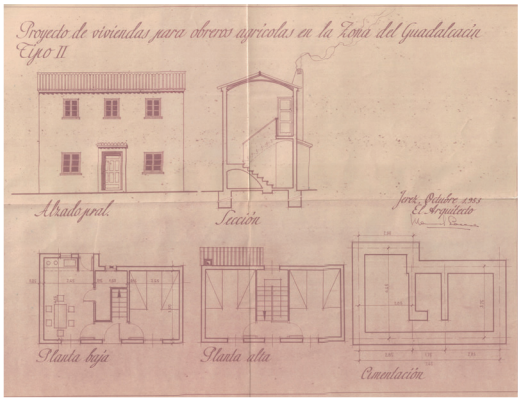


Figura 8. Vivienda para obrero agrícola tipo II. Tiene dos plantas, la cubierta se construye con bóveda tabicada y el forjado es de hormigón aligerado. La escalera también es de bóveda de rasilla. *(Carpetas 4373 y 4452. Planos, octubre 1953)*

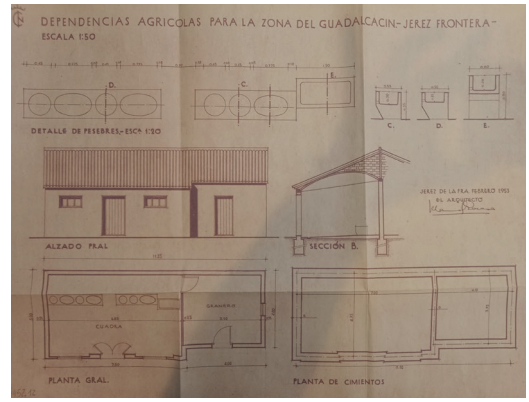


Figura 9. Dependencia agrícola, cubierta con bóveda tabicada. *(Carpeta 4452. Planos, febrero 1953)*

se describen las bóvedas tabicadas como el sistema de cubierta a emplear, sin ninguna referencia a su novedad ni a que sean una variación, por lo que deben ser ya el sistema habitual

> 8º.-Construcción.- Las características constructivas responden al tipo de la localidad y se detallan en el capítulo I del pliego de condiciones
>
> Las cubiertas de las viviendas serán de bóveda tabicada y las de dependencias, de madera *(Carpeta 3866. Memoria del proyecto, diciembre 1951)*

En octubre de 1953 encontramos un nuevo proyecto referido a este pueblo, para construir 9 viviendas para obreros agrícolas.[3] En este proyecto encontramos tres tipos de viviendas para obreros que aparecen después en muchos otros pueblos (Guadalcacín del Caudillo, Torrecera , etc.) generalizándose como tipo, ver figuras 7 y 8.

Otros pueblos

Se han consultado carpetas relativas a los pueblos de Nueva Jarilla, La Ina y Guadalcacín del Caudillo. Estos pueblos empiezan a construirse algo más tarde:

> — En Gualdalcacín del Caudillo se proyectan 59 viviendas en julio de 1954 (carpeta 5060). En 1955 se completa con el Centro Cívico (carpeta 5723). En la memoria de este último proyecto leemos lo siguiente:
>
> 12º.-Construcción.- Las características constructivas son las misma empleadas tanto en las viviendas de colonos como en las viviendas de obreros y corresponden a las práctica usuales utilizadas en la localidad (…) la cubierta será de teja curva sobre tablero de rasilla, torta de mortero de cemento; tabiquillos y bóveda de dos hojas, la 1ª de yeso y la 2ª de cemento completando la unidad sus correspondientes zunchos de hormigón armado y tirantes metálicos (…) los forjados de piso serán de hormigón armado aligerado; los forjados de escalera serán de bóveda a la catalana con triple tablero de rasilla *(Carpeta 5723. Memoria del proyecto, mayo de 1955)*
>
> — Para La Ina se presenta un anteproyecto, firmado por Manuel Rosado en julio de 1952 (carpeta 3703). En este documento se indica que las cubiertas serán de teja curva sobre tablero de rasilla y bóvedas tabicadas.
>
> — En Nueva Jarilla, el anteproyecto es también de julio de 1952, firmado por Manuel Lacasa (carpeta 3710). En él se describen bóvedas tabicadas para las cubiertas de las viviendas y del Centro Cívico. El proyecto es de diciembre de 1953 (carpeta 4452). Se detallan los tipos de vivienda G5, G6, G7, G8 y G10 para colonos y los ya citados Tipos I, II y III para obreros. Se indica que todas las cubiertas, tanto de las viviendas como de las dependencias, se construirán con bóveda tabicada (figura 9) a diferencia de José Antonio y San Isidro de Guadalete, en el que son de madera

Como puede verse en las figuras 10 y 11, la bóveda tabicada se usa extensivamente en todas las viviendas, incluso en disposiciones bastante complejas, con plantas en L, por ejemplo (desatendiendo una recomendación inicial del Servicio de Arquitectura del INC que sí se respetó en José Antonio). Igualmente vemos que

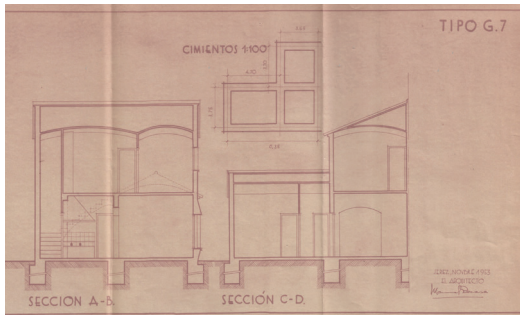


Figura 10. Vivienda para colono tipo G.7. *(Carpeta 4452. Planos, noviembre 1953)*

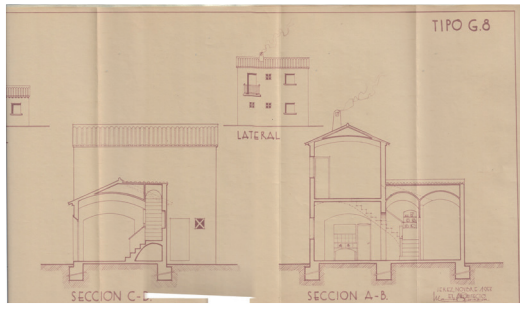


Figura 11. Vivienda para colono tipo G.8. *(Carpeta 4452. Planos, noviembre 1953)*

los forjados siguen siendo planos (se describen de hormigón armado aligerado en el presupuesto) y las escaleras, bóvedas de triple tablero de rasilla.

Reparaciones en los pueblos de El Torno y La Florida

Mientras tanto, desde 1952 se suceden los expedientes relativos a reparaciones de viviendas en El Torno y La Barca. En 1955 se reparan de urgencia, sin proyecto, 12 viviendas en muy mal estado en La Barca, y en 1957 el arquitecto Ricardo Santa Cruz redacta un informe sobre el estado de las cubiertas de las viviendas y dependencias en La Barca de la Florida (carpeta 7648). Se describen hundimientos, totales o parciales, de muchas viviendas, debido al mal estado de las vigas de cubierta de madera, cuyas cabezas están apolilladas. El informe propone demoler completamente las cubiertas, aprovechando la teja y sustituirlas, en algunos casos, con faldones de hormigón, mientras que en otros se prefiere una solución con bóvedas tabicadas.

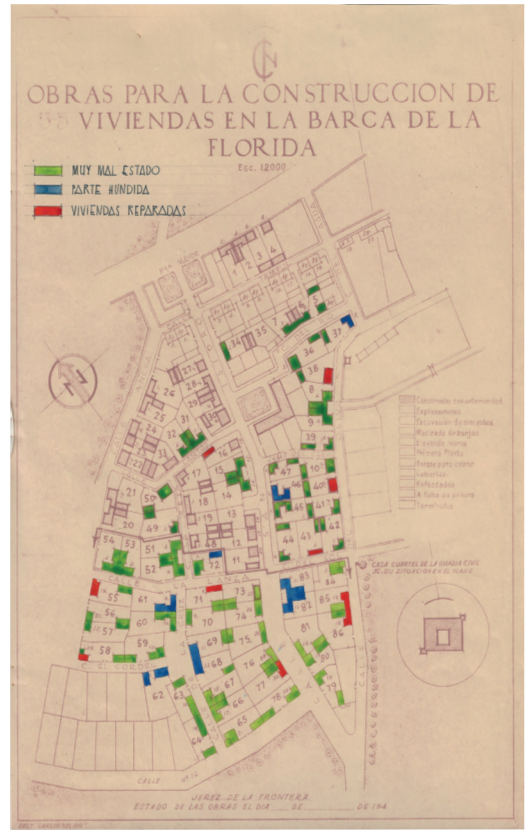


Figura 12. Plano de La Barca de la Florida, indicando las viviendas en mal estado (en verde y azul) y las viviendas ya reparadas en 1955, en rojo. (Carpeta nº 7648. Planos, junio 1957).

> …; en los tipos L, E, C, X y S, dependencias agrícolas y plantas altas del tipo T, se considera preferible construir bóvedas tabicadas de cañón seguido y vaidas, teniendo en cuenta la planta y el alzado de las mismas (Carpeta nº 7648. Informe, junio 1957)

Pero el cambio en el sistema constructivo ya se ha producido antes: en 1953 se amplía La Barca, con un proyecto de Fernando de la Cuadra para construir 220 nuevas viviendas (carpeta 4301). En la memoria constructiva de este proyecto se describen cubiertas con bóvedas tabicadas y forjados intermedios de hormigón aligerado, sistema que se ha generalizado en los pueblos de la zona.

En 1955 se construye en La Barca de la Florida un matadero y en 1956 el Hogar Rural para el Frente de

Juventudes (carpetas 5680 y 6816), en el presupuesto de ambos proyectos aparecen partidas de bóvedas tabicadas para las cubiertas, aunque en los planos no se reflejan. De manera que la forma de reparación de cubiertas que propone el informe de Ricardo Santa Cruz simplemente recoge la forma de construir que se venía llevando a cabo en el pueblo desde, al menos, 1953. Incluso 1964 se siguen reparando viviendas según un nuevo proyecto redactado por Manuel Mondéjar (carpeta 13020). Se describen varios métodos posibles de reparación:

> Dada la experiencia adquirida en las reparaciones efectuadas anteriormente y según los tipos de viviendas, se proponen distintas soluciones. En algunos casos será faldón inclinado de forjado de hormigón armado aligerado con piezas cerámicas atadas en sus apoyos con un zuncho de hormigón armado y directamente a este faldón la teja curva. En otros casos este forjado de hormigón armado será horizontal y se formará la pendiente de la cubierta mediante tabiquillos empalomados verticales a 0,50 m de separación y un tablero inclinado de rasilla, todo ello recibido con mortero de cemento, capa de mortero del mismo y sobre esta la teja curva. Como tercera solución figura la bóveda con dos tableros de rasilla, bien de cañón o vaida según los casos, tabiquillos verticales y tablero de rasilla a 0,50 con su torta de mortero de cemento igual que en el caso anterior. Los tirantes de este tipo de cubierta quedan alojados en el interior de los tabiques
>
> Para las dependencias agrícolas se adopta la solución de bóveda de cañón.
>
> (Carpeta 13020. Memoria del proyecto, marzo 1964)

Sin embargo, ese mismo año 1964 se repara el Centro Cívico proyectado por Fernández del Amo en 1948, empleándose para su reparación una «cubierta de armadura metálica de formeros y correas, doble revoltón de rasilla con mortero de cemento, capa de compresión, lienzo asfáltico y teja curva aprovechando la existente» (Carpeta 13164, Memoria del proyecto, abril 1964))

En El Torno, el proceso es parecido: en 1958 se redacta un proyecto de reparación de viviendas y dependencias agrícolas, esta vez a cargo de Vicente Masaveu (carpeta 8097). Nuevamente el problema viene por el estado de pudrición de la madera en las cubiertas, especialmente en las cabezas, embebidas en los muros. Además de la baja calidad de la madera, se apuntan como razones el clima cálido y húmedo de la zona y la escasa inclinación de los tejados que no ayudan a la rápida evacuación del agua.

Se propone la demolición de las cubiertas existentes, aprovechando la teja,

> Y se propone la ejecución por el sistema de bóvedas tabicadas que por su sistema de construcción quedan los muros arriostrados, esta solución se emplea en los tipos A-B-E-J-K-L-P-V-S-3-4 y dependencias agrícolas, por tener una distribución que se adapta a esa forma de cubierta, y con faldón de hormigón armado aligerado los tipos D y H (Carpeta 8097, Memoria, julio 1958)

Curiosamente, los informes del Servicio de Arquitectura del INC vuelven a ser negativos con el sistema de bóvedas propuesto

> Estimamos que el sistema de bóvedas propuesto es de ejecución mas complicada que el de forjados horizontales de vigas prefabricadas de hormigón tipo "Castilla" que pueden colocarse con los hierros de cabezas empotrados en zunchos de hormigón ligeramente armado, además de que las plantas e distribución de las viviendas se adaptarían mal a los techos abovedados, ya que fueron proyectadas para superficies planas, o cielos rasos horizontales. En cuanto a precio de ejecución, las cubiertas sobre forjados horizontales pueden resultar mas económicas que las consignadas bóvedas (Carpeta 8097, Informe del Servicio de Arquitectura, septiembre 1958)

Bastante después, ya en 1967, se sustituyen las cubiertas del Centro Cívico proyectado en 1945 por José Subirana; en este caso el proyecto plantea directamente un forjado de hormigón armado aligerado con piezas cerámicas (carpeta 15654). En 1969 se repara la iglesia, pero sin afectar esta reparación a la estructura (carpeta 17533).

Reparaciones en San Isidro de Guadalete y José Antonio

En estos dos pueblos las viviendas ya se construyeron mayoritariamente con bóvedas tabicadas pero las dependencias agrícolas aún eran de madera en el proyecto original de 1954. En 1968 se encuentran en mal estado debido tanto a movimientos de terreno como a la pudrición de la madera:

> Como consecuencia de los movimientos de la madera de los formeros se han producido paralelamente movimien-

tos en el tejado, lo cual ha dado lugar ha dado lugar a innumerables goteras y a la ruina de los tableros, al estar tomados con yeso y con frecuencia húmedos

Asimismo ha dado lugar a la pudrición de bastantes correas y de las cabezas de las formas. En algunas de ellas se han producido derrumbamientos de parte de la cubierta (..)

Por otra parte se han producido en una serie de dependencias (…) pequeños asientos, que recomiendan un repaso de la cimentación de dichas dependencias

Unas y otras lesiones son las que han motivado el presente proyecto, que comprende la sustitución de las cubiertas de las 62 dependencias y el recalce parcial de 8 de ellos (Carpeta 16059. Memoria del proyecto, marzo 1968)

Se describen dos tipos de dependencia: aisladas y gemelas, estas últimas están adosadas dos a dos compartiendo un muro medianero. La solución es diferente para cada caso:

Las cubiertas que se proyectan sustituir (..) se harán, según los casos, con dos sistemas constructivos diferentes. En el caso de dependencias gemelas, por considerarlo más económico, se proyecta forjado inclinado y encima la teja, este forjado será de vigas de hormigón prefabricado, pero no pretensado, que descansarán sobre unos zunchos de hormigón ligeramente armados que sirven de atadura y a la vez enrase de los muros de mampostería existente. Cuando la dependencia es aislada, se considera mas conveniente el empleo de la tradicional bóveda de cañon, de dos roscas, la primera tomada con yeso y la segunda con cemento y sobre ella tabiquillos, tablero y la teja correspondiente (Carpeta 16059. Memoria del proyecto, marzo 1968)

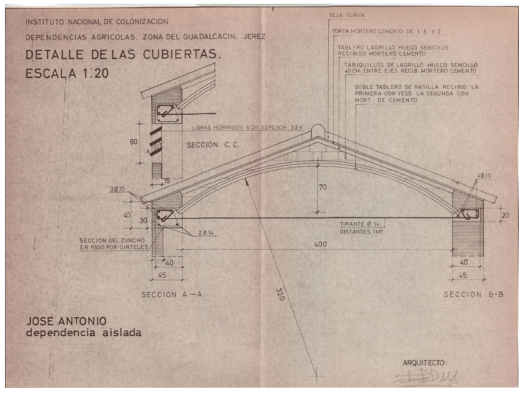


Figura 13. Detalle de cubiertas de dependencias agrícolas reparadas con bóveda tabicada (Carpeta 16059. Planos, marzo 1968)

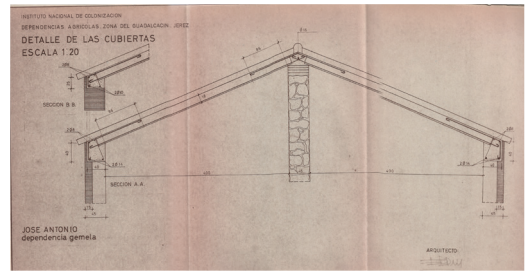


Figura 14. Detalle de cubiertas de dependencias agrícolas reparadas con forjado inclinado de hormigón sobre muro de mampostería central (Carpeta 16059. Planos, marzo 1968)

En la documentación de este proyecto aparecen secciones de ambas soluciones, se reproducen ambas a continuación (ver figuras 13 y 14) por ser de los planos con mayor detalle constructivo encontrados, dibujando dos tipos de cubierta muy habituales en los pueblos de la zona: sobre bóveda de rasilla y sobre faldón de hormigón aligerado.

Conclusiones

En los pueblos estudiados, construidos por el INC en la zona regable del Guadalcacín, se comienza construyendo forjados y cubiertas con vigas, viguetas o cerchas de madera. El sistema da muy mal resultado de manera muy rápida, debido a la mala calidad de la madera y al clima cálido y húmedo de la zona, que favorece la aparición de insectos.

El arquitecto jerezano Manuel Lacasa (que conocía los proyectos de Luis Moya y Luis Reigt Bosch) defendió, desde 1950, el cambio a un sistema de bóvedas tabicadas para las cubiertas. El Servicio de Arquitectura del INC se niega en principio a esta solución, alegando mayores precios y complejidad constructiva. Pero poco a poco se va imponiendo y, hacia 1952, todos los nuevos pueblos que se inician en la zona se cubren con teja sobre bóveda tabicada, mientras que los forjados son de hormigón aligerado.

Los primeros pueblos construidos con madera se reparan, al menos desde 1955, con este mismo sistema de bóvedas de rasilla para las cubiertas y hormigón aligerado para los forjados intermedios, que se sigue empleando hasta una fecha tan tardía como 1968.

Lista de referencias

Blanco Rodríguez y Candón, Simón, s/f. Torrecera. *Inicio de la colonización del Guadalquivir*. Diputación de Cádiz / Entidad Local Autónoma de Torrecera.

Castilla Pascual, Francisco y Redondo Martínez, Esther, 2021. Tile vaults in the works of government institutions after the Spanish Civil War. En *History of Construction Cultures*, editado por Mascarenhas-Mateus and Paula Pires. Lisboa: CRC Press. DOI: 10.1201/978 1003173434-176

Castilla Pascual, Francisco y Redondo Martínez, Esther, 2022. Sistemas constructivos en los pueblos del INC en la provincia de Badajoz: Bóvedas tabicadas vs. Forjados Autárquicos. En *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Mieres, 4 al 8 de octubre de 2022.

Monclús, Javier. y Oyon José Luis, 1988. *Políticas y técnicas en la ordenación del espacio rural. Historia y evolución de la colonización agraria en España, vol. 1*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración local

Redondo Martínez, Esther, 2024. Bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la cuenca del Ebro. En *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Santo Domingo (Rep Dominicana), 20 a 23 de marzo de 2024.

Villanueva Paredes, Alfredo y Leal Maldonado, Jesús, 1988. *La planificación del regadío y los pueblos de colonización. Historia y evolución de la colonización agraria en España, vol. 3*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración local

Tamés, José. Actuaciones del Instituto Nacional de Colonización 1939-1970. *Urbanismo-COAM* 3: 4-12. 1983

Lista de documentos

Documentos consultados en el archivo del Instituto Nacional de Colonización (INC) que se citan en la comunicación (se indica la fecha que aparece en la portada de la carpeta, que no siempre coincide con la de todos los documentos que van dentro):

Carpeta 177: Proyecto de viviendas en la "Barca de la Florida". Víctor D'Ors. Julio 1943.

Carpeta 178: Proyecto de viviendas en la finca "El Torno". Víctor D'Ors. Julio 1943.

Carpeta 301: Proyecto ordinario de colonización de las fincas "El Torno" y "La Florida". Víctor D'Ors. Septiembre 1943.

Carpeta 446: Proyecto de viviendas para artesanos. José Subirana. Noviembre 1944.

Carpeta 615: Nuevo pueblo de El Torno. Proyecto de Centro Cívico. José Subirana. Mayo 1945.

Carpeta 1111: Proyecto de Casa Cuartel para la Guardia Civil en el pueblo de La Barca de la Florida. José Luis Fernández del Amo. Febrero 1947.

Carpeta 1243: Proyecto de 17 viviendas y 26 dependencias para el pueblo de "La Barca de la Florida". José Luis Fernández del Amo. Junio 1947.

Carpeta 1343: Proyecto de 44 viviendas para colonos en "La Florida". José Luis Fernández del Amo. Agosto 1947.

Carpeta 1935: Proyecto de 30 viviendas con sus dependencias agrícolas en el poblado de El Torno. Manuel Lacasa y José Luis Fernández del Amo. Noviembre 1948

Carpeta 2263: Proyecto de Centro Cívico en el poblado de la Barca de la Florida. José Luis Fernández del Amo. Julio 1949.

Carpeta 2465: Anteproyecto de nuevo poblado en la finca de "Majarromaque". Manuel Lacasa Suarez Inclán. Abril 1950

Carpeta 2619: Proyecto de colonización Coto de Bornos VI. Anteproyecto de Edificaciones. Manuel Lacasa. Noviembre 1949.

Carpeta 2398: Proyecto de viviendas para artesanos en La Barca de la Florida. José Luis Fernández del Amo. Octubre 1949.

Carpeta 2897: Proyecto de Iglesia, anejos parroquiales y escuelas en la Barca de la Florida. Arquitecto José Luis Fernández del Amo. Noviembre 1950.

Carpeta 2954: Proyecto de 26 viviendas y dependencia agrícolas en el Pueblo de El Torno. Manuel Lacasa Suarez Inclán. Julio 1950.

Carpeta 3430: Proyecto de nuevo pueblo de Jose Antonio en la Finca Majarromaque. Manuel Lacasa y Suarez-Inclán. Diciembre 1951

Carpeta 3431: Proyecto de nuevo pueblo de San Isidro de Guadalete en la finca Revilla. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Diciembre 1951

Carpeta 3866: Proyecto de Centro Cívico, urbanización y ampliación de 21 viviendas y dependencias agrícolas en el pueblo de San Isidro de Guadalete. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Diciembre 1952

Carpeta 3680: Proyecto del nuevo pueblo de Coto de Bornos. Arquitecto: Fernando Cavestany. Junio 1952.

Carpeta 3703: Anteproyecto del nuevo pueblo de "La Ina". Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Julio 1952.

Carpeta 3710: Anteproyecto del nuevo pueblo de "Nueva Jarilla". Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Julio 1952.

Carpeta 4301: Proyecto de viviendas con huertos familiares en La Barca de la Florida. Fernando de la Cuadra. Agosto 1953

Carpeta 4373: Proyecto de viviendas para obreros agrícolas en el pueblo de San Isidro del Guadalete. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Octubre 1953.

Carpeta 4452: Proyecto de nuevo pueblo en la Zona Regable del Guadalcacín. Nueva Jarilla. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Octubre 1953.

Carpeta 5060: Proyecto de construcción de 59 viviendas de obreros agrícolas en el pueblo de Guadalcacín del Caudillo. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Julio 1954.
Carpeta 5620: Proyecto de construcción de matadero rural en el pueblo de "La Barca de la Florida". Manuel Lacasa y Suarez-Inclán. Febrero 1955.
Carpeta 5723: Proyecto de construcción de centro cívico en el pueblo de Guadalcacín del Caudillo. Manuel Lacasa y Súarez-Inclán. Mayo de 1955.
Carpeta 6816: Proyecto de construcción de hogar rural para el Frente de Juventudes (…) en "La Barca de la Florida". Ricardo Santa Cruz Bermúdez. Junio 1956
Carpeta 7648: Informe sobre el estado en que se encuentran las cubiertas de las viviendas y dependencias de "La Barca de la Florida" y presupuesto de reparación de las mismas. Ricardo Santa Cruz Bermúdez. Abril 1957.
Carpeta 8097: Reparación de viviendas y dependencias en "EL Torno". Arquitecto Vicente Masaveu Menéndez Pidal. Julio de 1958
Carpeta 13020: Proyecto de reparación de cubiertas de viviendas de colonos y dependencias agrícolas en el pueblo de La Barca de la Florida. Manuel Mondéjar Horodiski. Marzo de 1964
Carpeta 13164: Proyecto de sustitución de cubiertas en el Centro Cívico y de forjados de piso sobre el porche de artesanía en La Barca de la Florida. Manuel Mondéjar Horodiski. Marzo de 1964
Carpeta 15654: Sustitución de forjados y cubierta del Ayuntamiento de El Torno (Jerez de la Frontera-Cádiz). Fernando Contreras Moreno. Julio 1967
Carpeta 16059: Proyecto de sustitución de las cubiertas y reparaciones de las dependencias agrícolas del poblado de José Antonio en la zona regable del Guadalcacín. Fernando Contreras Moreno. Marzo 1968.
Carpeta 17533: Proyecto de reparación de la Iglesia de "EL Torno". Joaquín Esperón Dorrego. Septiembre 1969.

Notas

1. El INC cesa su actividad como tal en 1971, año en que se integra en el IRYDA, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario
2. Un C-2, por lo leído en otros expedientes, parece ser un procedimiento de urgencia para hacer trabajos (en este caso es un ensayo, en otros son reparaciones de viviendas en mal estado) sin un proyecto previo.
3. El INC distinguía entre colonos y obreros agrícolas. A los primeros se les adjudicaba una finca para su explotación y, por tanto, sus viviendas eran mayores e incluían espacio para animales y aperos de labranza. Los obreros agrícolas trabajaban en las fincas de los colonos.

AGRADECIMIENTOS

El archivo del Instituto Nacional de Colonización está situado en un antiguo Centro de Capacitación Agraria, en San Fernando de Henares (Madrid). El personal que trabaja en el archivo es extraordinariamente amable y nos ha hecho muy fácil está investigación. Mil gracias especialmente a Rocío (jefa del servicio) y a Silvia (técnica de archivo).

En Defensa del Territorio: Fortificaciones de Campaña en el Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián (1640-1763)

Tiago Rodrigues

El Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián, durante la Guerra de la Restauración (1640-1668), fue escenario de una sólida operatividad a nivel territorial, fronterizo, estratégico-militar y constructivo, con el fin de garantizar la autoafirmación y el dominio territorial de las Coronas de Portugal y Castilla. Sin embargo, una vez firmado el Tratado de Paz, que puso fin al conflicto ibérico de 28 años, continuaron las obras de mejora, refuerzo y ampliación de este Subsistema Defensivo. Un subsistema que aún desempeñaría un papel importante en conflictos posteriores, como la Guerra de Sucesión de España (1700-1714), la Guerra de los Siete Años (1756-1763) y, ya después del arco cronológico en estudio, la Guerra Peninsular (1807-1814).

En cuanto a las construcciones, este subsistema está integrado por un total de 16 fortificaciones, 5 en la actual orilla portuguesa y 11 en la española, que se dividen según su tipomorfología en 8 fortificaciones permanentes y 8 fortificaciones de campaña. Estas se conformaron por las características de la guerra moderna, así como por la alternancia de técnicos, ejércitos y poderes implicados, lo que propició la estructuración y la configuración territorial del subsistema.

En este contexto, el artículo se centra en las fortificaciones de campaña del Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián como una oportunidad para conocer las técnicas de construcción, los instrumentos y los materiales utilizados, mediante el análisis cruzado entre los datos materiales del patrimonio construido y los temas abordados por la literatura especializada portuguesa («Methodo Lusitanico de Desenhar as fortificaçoens das Praças Regulares, & Irregulares...», 1680, de Luís Serrão Pimentel (1613-1679) y el «Engenheiro Portuguez», 1728-1729, de Manuel de Azevedo Fortes (1660-1749)). Esta confrontación entre las circunstancias reales y los modelos expuestos en los 2 tratados pone de manifiesto los requisitos inherentes a estas construcciones, lo que permite formular hipótesis fundamentadas sobre los procedimientos de la obra y el diseño arquitectónico, así como sobre la adaptación de los modelos teóricos utilizados en su creación y conformación.

En síntesis, se pretende debatir las técnicas constructivas y los atributos concretos en la configuración de estas fortificaciones, tanto en lo que se refiere a su marco instrumental y conceptual de referencia como a su aplicación real en el territorio.

Metodología

Dado que la investigación doctoral en curso tiene como objetivo el reconocimiento de las prácticas del proyecto, inherentes al patrimonio militar moderno presente en el valle del río Miño, no solo en lo que respecta al diseño del proyecto y la ejecución en el astillero, sino también a los modelos y prácticas de diseño aplicados en la época. Así, este artículo pre-

Tiago Rodrigues – Universidade do Minho - EAAD, IN2PAST, Bolseiro FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia)

tende presentar los vestigios y el archivo creado en relación con las fortificaciones de campaña del Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián, que en un futuro inmediato permitirán el análisis sincrónico de las tres fases, teoría, proyecto y construcción, inherentes a su configuración e implantación.

De acuerdo con esta coherencia, la visión descriptiva se ve respaldada por la documentación, la cartografía y la iconografía de la época, así como por el uso de nuevas herramientas y tecnologías, como, por ejemplo, los datos LIDAR © y su utilización en la producción de modelos digitales 3D de superficie, que paralelamente contribuirán a ampliar el conocimiento sobre estas fortificaciones y las vicisitudes del subsistema.

De este modo, la metodología empleada impone la creación de una amplia base de datos que, además de la identificación y recopilación de recursos documentales (de la época y posteriores), también implica el levantamiento digital e «in situ» (modelos 3D de superficie, levantamientos topográficos y arquitectónicos) de las fortificaciones de campaña construidas en este paisaje fortificado. Esto permitirá reconocer e interpretar el patrimonio construido, así como especular sobre la transposición o las variaciones de los modelos teóricos al territorio en sus múltiples dimensiones (cualidades del soporte orográfico, disposición territorial, técnicas constructivas, materiales empleados, modelos tipológicos, interrelaciones entre fortificaciones y operatividad del subsistema en términos territoriales, fronterizos y estratégico-militares).

En resumen, y teniendo en cuenta las tareas realizadas, la metodología aplicada permitirá definir una conjetura corroborada y un reconocimiento ampliado de las fortificaciones de campaña de este subsistema defensivo.

Fortificaciones de campaña: teoría, proyecto y construcción

La fortificación consiste en construir o guarnecer, con las condiciones y los medios necesarios, un territorio o un lugar estratégico, con el objetivo de defenderlo de los ataques del ejército enemigo. Estas pueden ser de origen natural, que son tal y como las presenta el terreno (cursos de agua, lagos, montañas, entre otros), o artificiales, que corresponden a las construidas (Leme 1862, 193).

En cuanto a las artificiales, se dividen entre fortificaciones permanentes, hechas con materiales más duraderos, y fortificaciones de campaña.

Las fortificaciones de campaña, también denominadas terreras, en tierra o pasajeras, se construían con materiales menos duraderos del lugar (tierra mezclada con guijarros, piedras pequeñas, alguna vegetación, entre otros) y su proceso de construcción no incluía cimentación. Dado que su objetivo sería contestar rápidamente a una acción bélica, su ejecución se realizaba con rapidez (Rodrigues, Martins-Nepomuceno y Cabeleira 2023, 168 y 174; Montclos 2011, 602; Blanco-Rotea 2015, 283). Aún en relación con la definición, António Nunes las describe como un «conjunto de obras de valorización del terreno, realizadas por las fuerzas militares durante una acción militar, que sirven exclusivamente durante esta para constituir un obstáculo a los ataques del enemigo, para consolidar las posiciones tomadas o sustraer, en la medida de lo posible, a las tropas de la acción del fuego enemigo con el que se estaba en contacto» (traducción libre de Nunes 2005, 71).

En cuanto a la «massa cobridora», las fortificaciones de campaña se dividen entre obras abiertas y cerradas. Las obras abiertas (1) corresponden «... a las obras de campaña, cuya massa cobridora no circunscribe por completo el terreno que ocupa...» (traducción libre de Leme 1862, 213), mientras que las obras cerradas (2) «...están compuestas por massas cobridoras con sus correspondientes fosos, cerrando el área del terreno que se pretende defender, sin dejar ningún espacio que permita la entrada en estas obras, excepto el indispensable para dar paso a los defensores...» (traducción libre de Leme 1862, 215). Ambos tipos solían rematarse con defensas accesorias (3), que correspondían «... a los obstáculos preparados por la mano del hombre destinados a aumentar la resistencia de las obras de fortificación ... con el fin de retrasar los ataques del enemigo, dejándolo durante un cierto tiempo expuesto al fuego de las trincheras...» (traducción libre de Leme 1862, 231).

La metodización y la reflexión del conocimiento sobre el diseño y la construcción de fortificaciones modernas en Portugal se realiza de 2 maneras. La primera equivale al conocimiento difundido por la literatura especializada, procedente de las escuelas de fortificación europeas, y por los tratados elaborados por los ingenieros militares nacionales (4). Mientras

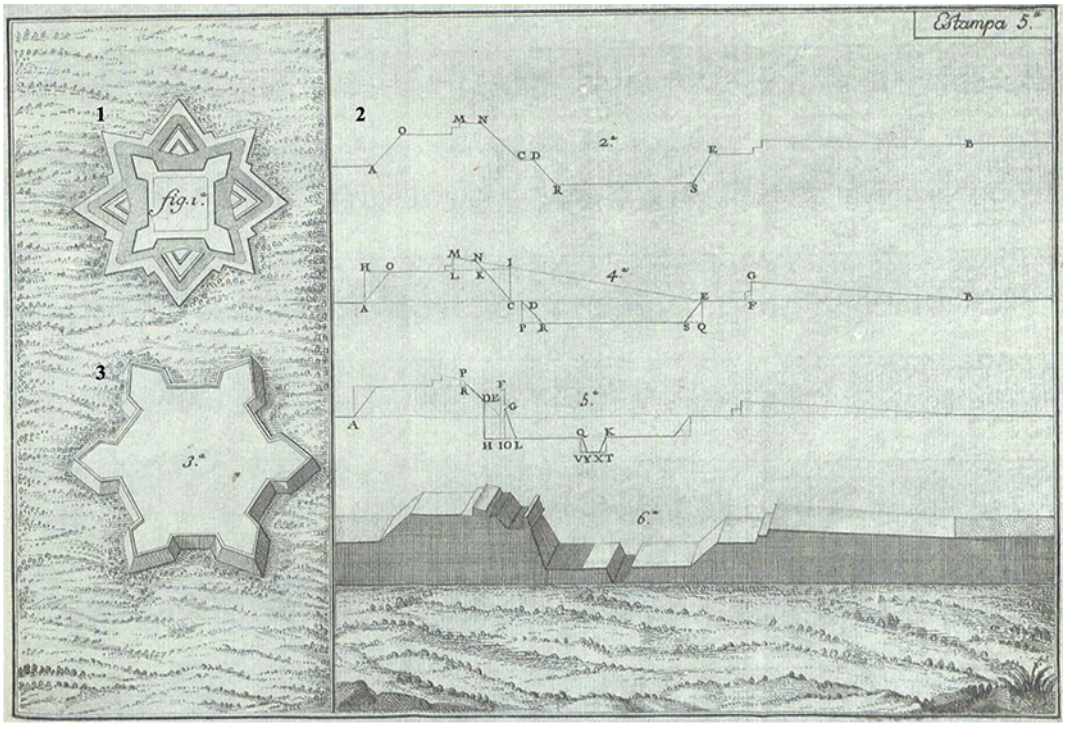


Figura 1. Formas de representar las partes de una fortificación según Fortes: 1- «Ichonographia», 2- «Orthographia», 3- «Scenographia». (Estampa 5 del «Engenheiro Portuguez», Tomo II, de Manuel Azevedo Fortes, 1729)

que el segundo corresponde a la llegada de ingenieros militares extranjeros cualificados en la producción de modelos defensivos progresistas, así como en la aplicación de técnicas constructivas innovadoras (Rodrigues, Martins-Nepomuceno y Cabeleira 2023, 169).

En este contexto, nos centraremos en las sistematizaciones teóricas expuestas en el «Methodo Lusitanico de Desenhar as fortificaçoens das Praças Regulares, & Irregulares...», de Luís Serrão Pimentel, y em el «Engenheiro Portuguez», de Manuel de Azevedo Fortes (5).

Partiendo del tomo 2, primer libro, de «Engenheiro Portuguez», en el capítulo III: «Das Maximas geraes da fortificaçaõ», Fortes nos presenta un conjunto de 12 cánones generales, las «Máximas», en las que se basa el «arte» de fortificar y que deben aplicarse, para una eficacia operativa, tanto en las fortificaciones permanentes como en las de campaña. Estructuradas para responder a cuestiones de carácter técnico, constructivo, operativo y defensivo, se destacan de este grupo las siguientes: «I: que en todo el recinto de una fortificación no haya ninguna parte que no sea vista y defendida por delante y por los lados, o al menos por un lado, que es el principal, que proponen quienes fortifican», «IV: que la plaza esté igualmente bien fortificada por todas partes» y «V: que todo el recinto de la plaza, y todas sus partes, tanto las flanqueantes como las flanqueadas, se construyan con el grosor adecuado para resistir los disparos de artillería» (traducción libre de Fortes 1729, 30-34).

Más atrás en el tomo, en el capítulo II: «Das diffinições», el autor aclara la nomenclatura específica de la ingeniería militar avanzando, puntualmente, en la identificación de su materialización, así como las tres formas en que las diferentes partes de la fortificación se representan en el papel (figura 1), que son la «Ichonographia», la «Orthographia» y la «Scenographia» (6). La primera corresponde al «...modo de representar una fortificación según el plano que ocupa sobre la tierra...», la segunda se ajusta al «...modo de representar las alturas y los grosores de las partes de una forti-

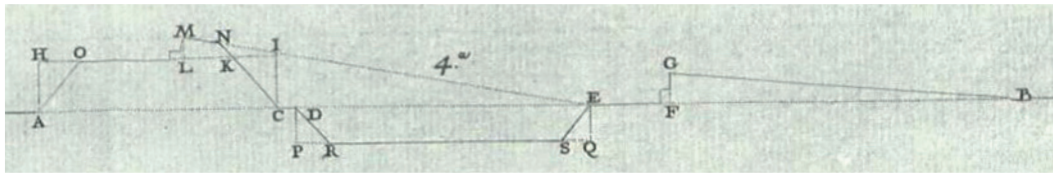


Figura 2. Componentes del perfil de una fortificación en tierra: AB- Nivel de la campaña, AC- Base del reparo, DE- Anchura del foso, EF- Estrada cubierta, CD- Zapata o «releixo» de la escarpa, AH y CI- Altura del reparo, DP y EQ- Profundidad del foso, FG- Altura de la explanada, GB- Explanada, HO- Talud interior del reparo, IK- Talud exterior del reparo, KL- Base del parapeto, PR- Talud interior del foso, QS- Talud de la contraescarpa, LM- Altura del parapeto, MN- Parapeto, en la parte superior, inclinado hacia la campaña. (Extracto de la lámina 5 del «Engenheiro Portuguez», Tomo II, de Manuel Azevedo Fortes, 1729)

ficación...» y, por último, la tercera equivale a «...una especie de perspectiva llamada militar, o caballera, en la que las cosas representadas no alteran sus proporciones, y en esto se distingue de la perspectiva rigurosa...» (traducción libre de Fortes 1729, 27-28).

En línea con la tratadística, las metodizaciones de cuestiones relativas a la representación son importantes para el control del proyecto, ya que aclaran al lector los elementos que integran una fortificación moderna, así como el dominio de su diseño. Por esta razón, tanto Fortes como Pimentel traducen gráficamente la sistematización de los términos para, a partir de las normas geométricas del diseño, definir cada uno de los componentes nombrados, sin que para ello «...sea necesario saber Geometría ni Aritmética, más que multiplicar y repartir por una o dos letras para el diseño, que es en lo que consiste el acierto o el error de la obra...» (traducción libre de Pimentel 1680, Proemio).

Aunque la configuración global de las fortificaciones modernas se garantiza en planta, lo que demuestra el éxito de la cobertura balística del plan defensivo, es mediante la optimización del perfil como se controla el modelado del terreno, así como la configuración constructiva de la obra (Rodrigues, Martins-Nepomuceno y Cabeleira 2023, 168 y 171). En este sentido, Fortes afirma que para describir y delinear el perfil de una fortificación se traza una línea (plan horizontal de la campaña) y sobre ella se marcan los puntos de división (longitud de la base del reparo, anchura del foso y de la explanada). A continuación, sobre los puntos de división se trazan líneas perpendiculares de las alturas capitales y luego se hacen notar las escarpas, como se muestra en la (figura 2), que corresponde al perfil de una fortificación construida en tierra (Fortes 1729, 28-29).

Igual que Fortes, también Pimentel en el capítulo X: «Dos termos Orthographicos, ou palavras de que se usa no tocante Perfil das Fortificações representado na figura 16B», expone el perfil de una fortificación (figuras 16B y 16C del tratado), traduciendo gráficamente la normalización y modelación del terreno, tomando como referencia la obra «L'architecture militaire ou La fortification nouvelle...» de Adam Freitag (7). En este sentido, de los elementos que componen una fortificación moderna, expuestos por Pimentel «...las fortificaciones de campaña tienden a ser exclusivamente terrestres. Una opción derivada de la capacidad de la tierra para absorber el impacto de la pirobalística, junto con aspectos más prosaicos como la disponibilidad del material, consecuencia de las operaciones de transformación y modelado topográfico derivadas de su implantación, así como su maleabilidad y rapidez en la respuesta a las exigencias de reparación/reposición, en comparación con la obra en piedra» (traducción libre de Rodrigues, Martins-Nepomuceno y Cabeleira 2023, 170).

Las operaciones logísticas que requieren mayor atención y rigor, a la hora de trasladar el modelo al terreno, son la «piquetagem» y el movimiento de tierras (aterramiento y excavación).

En cuanto al «piquetagem», Pimentel aborda las cuestiones funcionales de esta operación en el capítulo VI: «Como se desenho na campanha os angulos, e se toma o valor dos desenhados assim no terreno como nas obras já feitas mediante a Fitta gradual», parte I. Dado que el replanteo sobre el terreno de estas fortificaciones depende más de las relaciones angulares que de las alineaciones, la «Fitta gradual» (8) permite trasladar a cada punto marcado las relaciones imprescindibles para el funcionamiento efectivo del sistema de cobertura probabilística (9).

En seguida, una vez definidos los ángulos y las longitudes de cada lado de la fortificación, es necesario perfilar la obra. Esta operación, realizada con reglas y estacas, consiste en la producción del «esqueleto» de la obra que se pretende construir (Leme 1862, 207).

Respecto al movimiento de tierras, es necesario que la porción de tierra que se extrae del foso (desmonte) sea suficiente para la ejecución del parapeto, de la banqueta y del talud (terraplén).

Según Leme, en una fortificación de campaña «... es conveniente establecer la igualdad entre el terraplén y el desmonte para cada una de las caras, con el fin de evitar transportes inútiles de tierra y pérdidas de tiempo...» (traducción libre de Leme 1862, 211).

Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián y sus fortificaciones de campaña

Para reconocer y analizar las construcciones militares, así como su papel en la configuración de este Subsistema Defensivo, es esencial realizar un inventario cruzado con la recolección documental y los levantamientos «in situ» y digitales (topográficos, arquitectónicos y modelos 3D de superficie).

Constituido por un total de 8 fortificaciones de campaña, 1 situada en la actual orilla portuguesa y 7 en la española (figura 3), estas construcciones, en cuanto a tipología, se distribuyen en 1 fortaleza, 4 fuertes, 1 fortín, 1 batería y 1 conjunto de trincheras.

El Fortín da Costa, situado en una colina del Monte do Castro, a una altitud de 165 m, en la actual Unión de parroquias de Reboreda y Nogueira, en Vila Nova de Cerveira, correspondía a un puesto militar avanzado que completaba, por el lado norte, la defensa y vigilancia del subsistema en territorio portugués (Antunes 1996, 183-184).

Actualmente, los datos de que disponemos sobre esta construcción militar son escasos, y tampoco ha sido posible verificarlos «in situ», con la investigación en curso, un escenario análogo al ocurrido y que describe Blanco-Rotea (2015, 486) en su tesis doctoral. En este sentido, la única información de que disponemos sobre esta fortificación es la descrita en la disertación de máster de João Antunes. Según este autor, esta construcción se inscribe «...en la categoría de defensas en las que no existe ningún tipo de edificio ni señales de estructuras pétreas visibles, tratándose únicamente de una plataforma subcircular aplanada, con un parapeto de tierra para los tiradores...» (traducción libre de Antunes 1996, 183) y rodeada por un foso (Antunes 1996, 184).

Situado en la parroquia de Estás, en Tomiño, a 56 m de altitud, el Fuerte de Medos (1663-1664) fue construido por el ejército gallego, en oposición a las construcciones levantadas por los portugueses en Goián, con el fin de controlar y evitar los movimientos del ejército portugués hacia la ciudad de Tui. Construido en tierra y empalizada (10), y de forma irregular, este fuerte consta de dos recintos (11) separados, pero conectados entre sí. Según Garrido Rodríguez (1987, 231), existe la hipótesis de que fue diseñado y dirigido por los ingenieros militares Carlos y Fernando Grunemberg, que en ese periodo operaban en otras fortificaciones de Galicia.

A pesar de que no se conservan planos conocidos de la época, los dos únicos dibujos que tenemos de esta construcción militar corresponden al levantamiento topográfico realizado en 1982 por el arquitecto Jaime Garrido Rodriguez (figura 4) y a la ilustración (12) del fuerte, denominado «S.º Iago Carrillo», en el «Mapa y desieño de La Frontera de

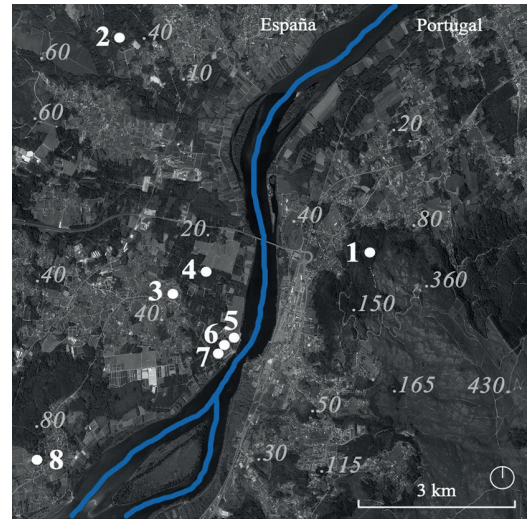


Figura 3. Fortificaciones de campaña del Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián: 1- Fortín de la Costa, 2- Fuerte de Medos, 3- Fortaleza de Nuestra Señora de la Concepción, 4- Fuerte de las Chagas, 5- Trincheras, 6- Fuerte de Barca (construido por el ejército gallego), 7- Fuerte de Barca (construido por el ejército portugués), 8- Batería de Eiras. (Tiago Rodrigues 2025. Diagrama original basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

Figura 4. Levantamiento del Fuerte de Medos. (Jaime Garrido Rodriguez 1982, Instituto de Estudios Vigueses (IEV), Cota: PI-Me-236 (31))

Galicia con La de Portugal, dividiendo el Rio Miño aquellos Reynos; Representando Las plaças que se occupen sobre dicho rio, desde San Miguel de los Reyes, hasta La Villa de La Guardia, y La de Caminha adonde entre en La Mar; Como Tambien La Costa, Las Rias y puerto de Vigo, y de Bayona» (1664), de la colección del Archivo del Museo Naval de Madrid (MN-E-19-22).

Así, para ampliar el conocimiento sobre el fuerte, se produjo un modelo digital 3D de superficie (13) (figura 5), a modo de ejemplo, y posteriormente se cruzó con el archivo creado.

Esta comparación entre el levantamiento realizado por Garrido y el modelo 3D permitió observar similitudes en cuanto a la forma, la ubicación y los elementos identificados. En este sentido, y sabiendo de antemano la escasa información de referencia, se puede concluir que el grado de detalle y precisión con el que se realizó el levantamiento lo convierte en una pieza clave para el análisis del proyecto y la construcción de esta fortificación.

En lo alto de una elevación, a 44 m de altitud, la Fortaleza de Nuestra Señora de la Concepción (1663-1664) (figura 6), situada en Goián, en el municipio

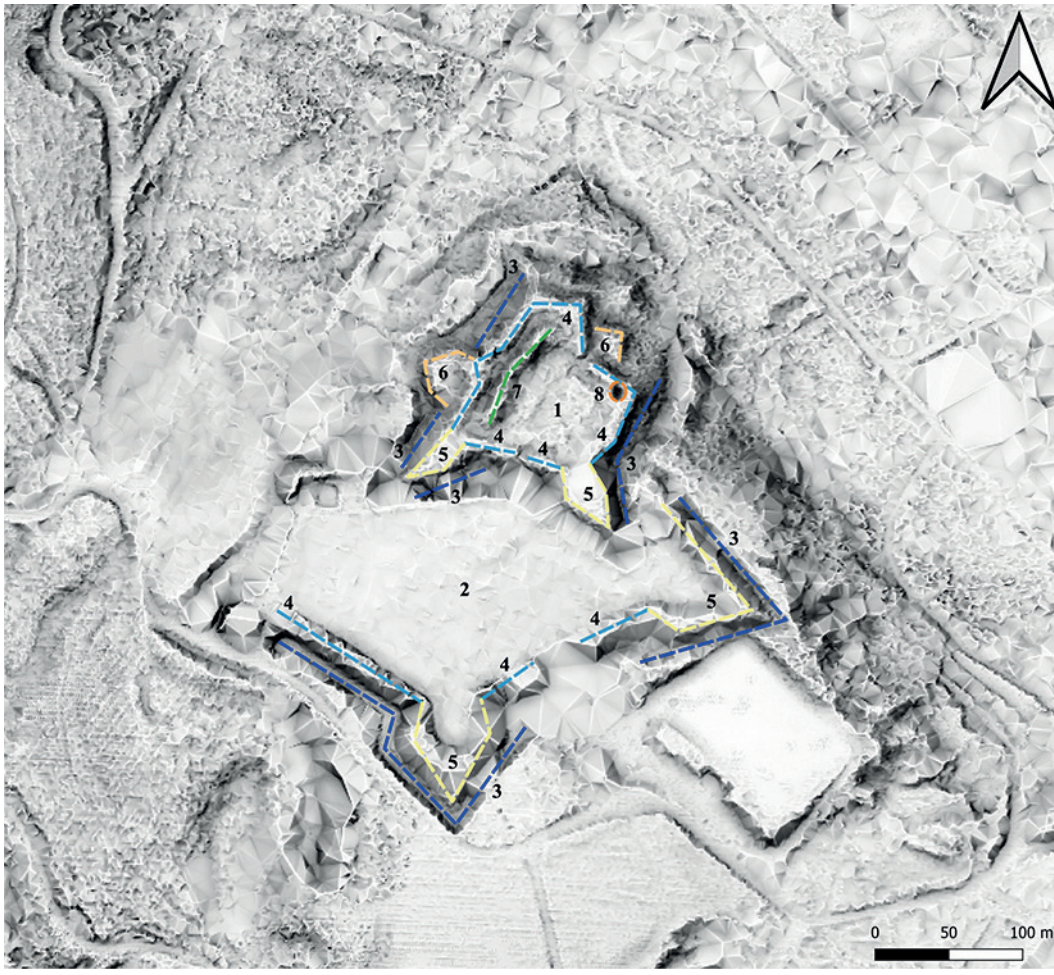


Figura 5. Identificación de los recintos y estructuras sobre el modelo digital de elevación del Fuerte de Medos, 1- Recinto principal o ciudadela, 2- Recinto de la obra coronada, 3- Fosos, 4- Cortinas/Muralla exterior, 5- Baluartes y semi-baluartes, 6- Revellines, 7- Muro interior, 8- Pozo. (Tiago Rodrigues 2025)

de Tomiño, fue construida por el ejército portugués inmediatamente después del ataque y ocupación de la villa de Barca, el 26 de octubre de 1663. Se erigió con el objetivo de controlar las pretensiones y movimientos del ejército gallego, así como las campañas más alejadas en el interior del territorio (Garrido Rodríguez 1987, 211).

Según la «História de Portugal Restaurado», la construcción de esta fortificación «...tuvo consecuencias muy importantes, tanto por el valor que se consiguió como por el daño que sufrieron los gallegos en las incursiones que se realizaron por esa zona, y los pueblos de Entre Douro y Minho, pasando de conquistados a conquistadores, se animaron a competir por nuevos designios...» (traducción libre de Menezes 1945, vol. 4, 173).

De planta irregular y con una superficie superior a los 50 000 m², esta fortificación fue construida con tierra y guijarros del lugar. Sin embargo, la documentación de la época nos informa de que el material con el que estaba construida se empleó en la construcción del Fuerte de San Lorenzo (14), lo que nos lleva a plan-

Figura 6. Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição (Letras A y B). (Manuel Pinto de Vilalobos 1713, (BN D: D. 247 V.))

tearnos la hipótesis de que ciertas partes de esta fortaleza estuvieran revestidas de piedra (AA.VV. 2008, 196; Blanco-Rotea 2015, 334; Garrido Rodriguez 1987, 217). Estaba rodeada de fosos y estaba integrada por 5 baluartes, 2 revellines (15), 1 hornabeque (formado por 2 semi-baluartes y 1 revellín) y en el recinto interior albergaba varias edificaciones.

El Fuerte de las Chagas (16), situado en el Monte dos Fachos (17) en Goián, entre los 48 y los 51 metros de altitud, fue una fortificación construida en tierra por el ejército portugués en territorio español.

De planta cuadrangular y rodeada por un foso y una contra escarpa, esta construcción estaba formada por cuatro baluartes, uno en cada vértice del cuadrado, y por dos revellines que protegían las cortinas norte y sur. El acceso al fuerte se realizaba por la cortina sur (Blanco-Rotea 2015, 339).

En la actualidad, «in situ», es casi imperceptible reconocer sus elementos, conservándose únicamente las alusiones que se hacen en los dibujos de la época.

Situado a una altitud de entre 10 y 15 metros, en la villa de Barca, en Goián, el Fuerte de Barca fue el primer fuerte con bastiones construido por el ejército gallego en el valle del río Miño (18). Iniciado en 1644, este fuerte (19) tenía una torre antigua rodeada por cuatro baluartes, el foso tenía 30 palmos de profundidad y «mampostas» (20), estaba guarnecido por cinco piezas de artillería y un tercio (21) (Menezes 1945, vol. 4, 169-170) y estaba construido en tierra. Hoy en día no se conservan restos de esta construcción, ya que fue tomada y destruida deliberadamente por el ejército portugués en la ofensiva del 26 de octubre de 1663. En el mismo lugar, entre 1663 y 1668, se construyó un nuevo fuerte (22), esta vez de autoría lusa, de planta cuadrangular con cuatro baluartes, rodeado de fosos y construido en tierra.

La Batería de las Eiras estaría situada, a 85 m de altitud, en el Monte da Madalena, en O Rosal, y habría sido erigida por el ejército gallego. Según las crónicas, en 1644 existía en el lugar de «San Bartolomeo» una pieza de artillería que causaba grandes daños a los barcos que se dirigían a Caminha, por lo que el conde de Castelo Melhor ordenó al «...teniente de maestro de campo general Francisco de França Barbosa que pasara con 300 infantes a quemar el lugar y se apoderara de la pieza de artillería. Este ejecutó valientemente ambas órdenes y ... volvió a cruzar el río, trayendo consigo la pieza de artillería y los despojos del lugar...» (traducción libre de Menezes 1945, vol. 2, 88).

Conclusiones

De lo anteriormente expuesto, es posible obtener un conocimiento más amplio sobre las fortificaciones de campaña, concretamente a nivel teórico (significado), proyectual (configuración) y constructivo (materialización), así como obtener una imagen, no de captación inmediata, sino como resultado de una construcción derivada de la investigación, del Subsistema Defensivo Vila Nova de Cerveira-Goián, en lo que respecta a la edificación construida, la conformación militar y paisajística.

En relación con las particularidades de las fortificaciones de campaña construidas en el Valle del Río Miño, a pesar de las similitudes en la coherencia compositiva y la implantación con las fortificaciones permanentes, estas presentan proporciones sustancialmente menores, así como materiales (tierra y guijarros) y atributos constructivos distintos. Normalmente en forma de «estrella», su configuración se caracteriza por su libertad compositiva, resultado de la ausencia de elementos preexistentes en el lugar de implantación, así como por la fijación de la ocupación interna a acciones puramente militares.

En este contexto, el análisis de la teoría del proyecto articulada en torno a este tipo de fortificaciones, teniendo en cuenta los datos documentales, los materiales y el empleo de nuevas herramientas y tecnologías digitales, permite revelar, por un lado, el ejercicio intelectual del proyecto y, por otro, desvelar las lógicas de la obra y las prácticas constructivas.

En suma, es indiscutible el valor de estas construcciones militares en la configuración del subsistema, no solo por la escala de las fortificaciones, sino principalmente por la forma en que interfirieron en la orografía local, modificándola de una manera que repercute hasta nuestros días.

Agradecimientos

Tiago Rodrigues, a título personal, agradece a Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FCT) de Portugal la beca de doctorado que le ha concedido, con DOI: https://doi.org/10.54499/2022.14322.BD, y al Laboratorio de Paisajes, Patrimonio y Territorio (Lab2PT).

Notas

1. El rediente, la luneta, la cola de golondrina, la obra corna y la obra coronada son ejemplos de este tipo de obras (Leme 1862, 213-215).
2. Según su trazado y capacidad, se agrupan en fuertes, fortines y reductos (Leme 1862, 215).
3. Ejemplos de defensas accesorias son las empalizadas, las «frizas», los «palanques», los caballos de «friza», las cruces de San Andrés, los «abatizes», los «estrepes», los «fojos» o fosas militares, las «curtaduras», las barreras, las «fogassas» y las aguas (Leme 1862, 232).
4. En relación con los tratados desarrollados en Europa, destacan las siguientes obras: «L'architecture militaire ou La fortification nouvelle...» (1640), de Adam Freitag, «L'Architectvre Militaire Moderne, ou Fortification...» (1648), de Matthias Dögen, y las «Oeuvres militaires du maréchal Vauban...» (1794), tomos 1 y 2, de Sébastien Le Prestre Vauban. Estas obras tuvieron una gran influencia en los dos principales tratados de fortificación producidos en Portugal (citados por sus autores): «Methodo Lusitanico de Desenhar as fortificaçoens das Praças Regulares, & Irregulares...» (1680), de Luís Serrão Pimentel, y el «Engenheiro Portuguez» (1728-1729), tomos 1 y 2, de Manuel Azevedo Fortes.
5. Ambos autores eran ingenieros militares portugueses.
6. Cuestión tratada por Pimentel, Primera Parte, en el Capítulo VII: «Das definiçoens das obras da Fortificação segundo os Autores modernos».
7. Adam Freitag, en el Libro I de su obra, entre el Capítulo XVI: «Pour ordonner & mettre oeuvre en la campagne une figure reguliere, estant pour traicte sur le papier, ou deserire la form d'accord pour le bastiment de l'oeuvre apres l'avoir marchandé» y el Capítulo XIX: «Du profil des communs forts de campagne», expone las especificidades de las fortificaciones de campaña.
8. Equivale a un utensilio con 2 patas de madera articuladas a las que se añade una cinta, cuya graduación no corresponde a distancias, sino a relaciones angulares.
9. Contenidos tratados por Pimentel en el Capítulo XXI: «Do modo com que se desenho praticamente os polígonos regulares no terreno».
10. Empalizada corresponde a una «defensa exterior formada por una hilera de palos o estacas clavados verticalmente en la banqueta del camino cubierto a modo de parapeto y por encima de la cual se realiza el tiro» (Garrido Rodriguez 1987, 239).
11. El recinto principal o ciudadela, al noreste, tenía una superficie útil cercana a los 5.000 m^2, mientras que el recinto de la obra coronada, al sur, tenía una superficie superior a los 80.000 m^2 (AA.VV. 2008, 196; Blanco-Rotea 2015, 353; Garrido Rodriguez 1987, 233).
12. Se puede ver la forma de los dos recintos, el alcance del perímetro fortificado y algunas de las construcciones interiores, aunque sea de forma muy esquemática.
13. Modelo elaborado con datos LIDAR © (hoja n.º 0299, 2.ª cobertura, 2015), procedentes del proyecto Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de España, y con el software QGIS ©, versión 3.34.13-Prizren.
14. Fuerte construido tras la firma del Tratado de Lisboa de 1668.
15. Se le atribuyó la denominación de revellín tras analizar los dibujos y compararlos con las definiciones expuestas en los tratados de la época. A pesar de ello, los autores (AA.VV. 2008, 195; Blanco-Rotea 2015, 333; Garrido Rodríguez 1987, 217) definen estos elementos como medias lunas. Esta doble variación en la nomenclatura también se da en el análisis de otras fortificaciones de este subsistema.
16. Lo fuerte está señalado en el dibujo de la Fortaleza de Nossa Senhora Conceição (1713), de Manuel Pinto de Vilalobos, (BN D: D.246 V.), con la letra «C» que, según la leyenda, corresponde al «Forte das chagas».
17. Topónimo que puede estar asociado a funciones bélicas.
18. Antes de la construcción del fuerte, la villa de Barca estaba «...rodeada de trincheras que defendían cuatro piezas de artillería; el paso del río también estaba fortificado...» (traducción libre de Menezes 1945, vol. 2, 86) y la Torre dos Correa también funcionaba como elemento defensivo.
19. Este fuerte aparece identificado en el dibujo de la Fortaleza de Nossa Senhora Conceição (1713), de Manuel Pinto de Vilalobos, (BN D: D.246 V.), con la letra «D» que, según la leyenda, corresponde al «Fortim da Barca de Goián, que se arrasou».
20. El término «mampostas», utilizado por Menezes (1945, vol. 4, 170), podría corresponder al sistema de construcción tradicional «mampostería».
21. Según las fuentes consultadas, varían las dimensiones del foso y el número de piezas de artillería.
22. La construcción de esta nueva fortificación se ve corroborada por el dibujo de la Fortaleza de Nossa Senhora Conceição (1713), de Manuel Pinto de Vilalobos, (BN D: D.246 V.), donde se identifica con la letra «i» un «Forte, que se irá fazer», así como por el «Mapa y desieño de La Frontera de Galicia...» (1664), (MN-E-19-22), donde junto a la Fortaleza de Nuestra Señora de la Concepción, denominada «Fuerte de la Conception», se ilustra un fuerte que, según el grafismo, parece estar en obras y sin terminar.

Lista de referencias

AA.VV. 2008. *CADIVAFOR - Catalogação, Digitalização e Valorização das Fortalezas Defensivas da Fronteira: Galiza – Norte de Portugal*. CIEFAL-ICOMOS, ESG, Escola Superior Gallaecia y CIS-Galicia (Eds.). Ferrol: PLUMA.

Antunes, João Manuel Viana. 1996. "Obras Militares do Alto Minho: A Costa Atlântica e a Raia ao serviço das Guerras da Restauração." Dissertação de Mestrado em Arqueologia, Universidade do Porto – Faculdade de Letras.

Blanco-Rotea, Rebeca. 2012. "Las fortificaciones de Goián-Vila Nova de Cerveira-Medos en el territorio fortificado transfronterizo galaico-portugués." En *Castillos de España*, ISSN 0008-7505, No. 164-166. Madrid: Asociación Española de Amigos de los Castillos, 139-154.

Blanco-Rotea, Rebeca. 2015. "Arquitectura y Paisaje. Fortificaciones de frontera en el sur de Galicia y norte de Portugal." Tese de Doutoramento em Arqueologia, Universidade do País Basco – Faculdade de Letras.

Blanco-Rotea, Rebeca. 2020. "Paisajes arqueológicos y materialidades de una guerra de frontera entre Galicia y Portugal en el siglo XVII." En *Actualiddad de la investigación arqueológica en España I (2018-2019). Conferencias impartidas en el Museo Arqueológico Nacional*, EAN 9789200145391. Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte - Secretaría General Técnica, 347-366.

Carnero Fernández, Xoán Ramiro. 2010. *O Forte dos Medos no "Mercurio Portuguez"*. Tomiño: Centro Social de Estás.

Carnero Fernández, Xoán Ramiro. 2016. *Conflitos Bélicos na Raia do Baixo Miño 1640-1668*. Tomiño: Concello de Tomiño.

Fortes, Manuel de Azevedo. 1728-1729. *O Engenheiro Portuguez: Dividido em Dous* Tratados. 2 tomos. Lisboa: Officina de Manoel Fernandes da Costa, Impreffor do Santo Officio. Disponible en línea en https://purl.pt/14547.

Freitag, Adam. 1640. *L'architecture militaire ou La fortification nouvelle, augmentée et enrichie de forteresses regulieres, irregulieres, et de dehors, le tout à la practique moderne*. Paris: Chez Toussainct Quinet, au Palais. Disponible en línea em ark:/12148/bpt6k1043117t.

Garrido Rodriguez, Jaime. 1987. *Fortalezas de la Antigua Provincia de Tuy.* Pontevedra: Diputación Provincial, Servicio de Publicaciones.

Leme, Dom Luiz da Camara. 1862. *Elementos da arte militar*. Lisboa: Typographia da Sociedade Typographica Franco-Portugueza.

Martins, Ana Tavares y Mariana Correia. 2007. "Arquitectura Militar em Terra no Norte de Portugal." Actas do *V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 10-13 outubro 2007. Lisboa: ARGUMENTUM, 36-39.

Menezes - Conde da Ericeira, D. Luiz. 1945-1946. *História de Portugal Restaurado*. 4 vols. Porto: Livraria Civilização - Editora.

Montclos, Jean-Marie Pérouse de. 2011. *Architecture – Description et vocabulaire méthodiques*. Paris: Centre des Monuments Nationaux.

Nunes, António Lopes Pires. 2005. *Dicionário de Arquitetura Militar*. Casal de Cambra: Caleidoscópio – Edição e Artes Gráficas.

Pimentel, Luís Serrão. 1680. *Methodo Lusitanico de desenhar as fortificaçoens das praças regulares, & irregulares, fortes de campanha, e outras obras pertencentes a architectura militar distribuído em duas partes operativa, e qualificative*. Lisboa: Antonio Craesbeeck de Mello Impressor de S. Alteza. Disponible en línea en https://purl.pt/24485.

Rodrigues, Tiago y Cabeleira, João. 2025. "Vila Nova de Cerveira-Goián Defensive Subsystem, at Minho River Valley, within the Restoration War (1640-1668)." Actas de *FORTMED - International Conference on Fortifications of the Mediterranean Coast*, Defensive Architecture of the Mediterranean, Vol. 21. Itália: Caserta, 10-12 de abril 2025. Caserta y Valencia: DADI_PRESS y edUPV, 1537-1544.

Rodrigues, Tiago, Martins-Nepomuceno, Ana M. T. y Cabeleira, João. 2023. "Sistema Defensivo Abaluartado no Vale do Rio Minho: Identificação das Técnicas Construtivas, Mecanismos e Materiais." Actas do *4º Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira*. Guimarães: Universidade do Minho, 4-7 setembro 2023, 165-176.

Rodrigues, Tiago. 2024. "El sistema defensivo abaluartado en el valle del río Miño: Identificación y caracterización de los distintos elementos militares." Actas do *XII Congreso Nacional* y *V Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción*. República Dominicana: Santo Domingo, 20-23 de março 2024. Santo Domingo: Amigos del Hogar, 597-604.

Soraluce Blond, José Ramón. 1985. *Castillos y fortificaciones de Galicia. La arquitectura militar de los siglos XVIX-VIII*. A Coruña: Fundación Pedro de la Maza.

La piedra artificial en la arquitectura ecléctica y modernista de Cartagena

José Antonio Rodríguez Martín
Sandra Sandoval González
Carmen Rodríguez Culiáñez

En el siglo XIX Cartagena era una ciudad peculiar dentro del conjunto de la nación española. En el siglo XVI se convirtió en la base de las galeras del rey, lo que la convirtieron en uno de los puertos militares más importantes de España. En el siglo XVIII se convirtió en la capital Marítima del Mediterráneo, con uno de los tres arsenales de la península. La llegada de ingenieros ilustrados a Cartagena, con la construcción del arsenal y las murallas y fortificaciones que lo defienden, así como el despliegue de edificios auxiliares, cambió radicalmente la imagen a la de una gran ciudad fortificada. En el siglo XIX fue en decadencia, dada la situación convulsa de la política nacional, con cierto repunte a mediados del siglo XIX, gracias a la actividad del puerto y de la minería. La Guerra Cantonal (1873-1874), donde la ciudad se llegó a declarar independiente de España, supuso un suro golpe para la ciudad, dado que, durante seis meses, sufrió los bombardeos del ejército nacional que querían recuperar la ciudad. Esto supuso la destrucción masiva de la ciudad, quedando en pie pocos edificios. Las últimas décadas del siglo XIX y principios del XX, con la reconstrucción de la ciudad, hubo una importante recuperación económica y una actividad constructiva, como decimos, peculiar por las características de una ciudad destruida por los bombardeos. La ciudad fue reconstruida con una arquitectura eminentemente ecléctica en sus primeras etapas, pasando al modernismo con la llegada de arquitectos, como Víctor Beltrí i Roqueta, llegados de la escuela de arquitectura de Barcelona.

La industria de la piedra artificial. Orígenes

Aunque hay referencias históricas a intentos de creación de un sustituto de la piedra natural, de forma artificial, es en el siglo XIX cuando hay un interés mucho más importante en la investigación y creación de la piedra artificial. Se suceden diversas patentes que intentan crear este producto, pero sin el resultado deseado. La falta de dureza de las piezas resultantes, realizadas sobre todo con cementos naturales, obliga al uso de mezclas cerámicas y con cocción, o sistemas complejos de ejecución, como la piedra de M. Ramsome o el sistema de Coignet. Dada la dificultad de ejecución de estos materiales, no consiguieron que fuera una alternativa real a la piedra natural, ni técnica ni económicamente.

Con la llegada del cemento Portland, introducido a escala industrial hacia 1845 desde Francia, se comienza a experimentar un nuevo producto que una dureza y durabilidad que empieza a asemejarse a la piedra natural. Los primeros empleos de este producto como aglomerante se produjeron en grandes obras públicas, civiles y marítimas.

En arquitectura, el uso de hormigones basados en cemento Portland se usaban para elementos eminen-

José Antonio Rodríguez Martín; Sandra Sandoval González; Carmen Rodríguez Culiáñez – Universidad Politécnica de Cartagena

Figura 1. Anuncio de la fábrica de José Botí y Rizo de 1900. (Archivo Municipal de Cartagena)

temente prácticos, como cimentaciones o base de otros recubrimientos. La mejora de la fabricación y la mayor distribución comercial permitieron un uso más continuado y el uso progresivo en elementos constructivos. Con cierta creatividad, con los avances en la investigación de resistencias y de la tecnología de compresión, con la mejora de la producción, con el uso de moldes y el armado de los elementos, permitió ampliar horizontes y pasar de ser meros elementos constructivos a pasar también a complementarse con elementos decorativos y de revestimiento.

Las primeras en realizar piezas comprimidas surgieron en Madrid, en la casa Apolytomena en 1850 y en Bilbao, en la casa La Progresiva de Bilbao, en 1851. Seguidamente, en Barcelona, aparecieron fábricas importantes como la casa M.C. Butsems, que elabora mosaicos hidráulicos desde 1873, la casa Orsola, Solá i Cia, desde 1876, seguidas de otras muchas que fueron surgiendo en las principales ciudades del país. Uno de los productos estrella que surgió con el cemento Portland fue la baldosa hidráulica, con el desarrollo tan espectacular que sufrió en las últimas décadas del siglo XIX, (Griset Moro 2021) por lo que las fábricas de piedra artificial, normalmente tenían también su producción de este producto, o viceversa, por utilizar los mismos materiales.

Las fábricas de Cartagena y sus productos

La condición de Cartagena como base naval sirvió para la introducción temprana del cemento Portland en la ciudad. En los pliegos de condiciones de las obras del arsenal de Cartagena del año 1872 ya aparecen referencias, como obligatorio, el uso de cemento Portland (Rodríguez Martín 2018). Esta situación fue fundamental para la implantación en Cartagena de almacenes de venta de este producto y la creación de las primeras industrias de piedra artificial desde fecha muy temprana.

La fábrica de Botí

José Botí Rizo, originario de Novelda (Alicante), con estudios de aparejador se trasladó a Cartagena hacia 1870. En 1878 ya anunciaba un almacén de cales en la ciudad. En el año 1882 ya anunciaba la venta de "mosaicos y embaldosados de todas clases" así como piezas de piedra artificial de todo tipo. La fábrica estaba en la calle San Cristobal nº 3, y la venta en San Fernando nº 43 (Figura 1). En el año 1892 establece una sede en el recién creado Museo Comercial de la ciudad, situado en el Pasaje Conesa, y en el año 1893 ya disponía de nueva fábrica en Santa Lucía. En estos años apenas tenía competencia en Cartagena y la fábrica creció exponencialmente. En 1903 fallece, a los 56 años de edad, José Botí Rizo, lo que deja la fábrica totalmente huérfana, en un momento de saturación de encargos y cuando en la ciudad ya había cuatro fábricas de piedra artificial y la competencia empezaba a ser importante. Provisionalmente se encarga de la misma su hijo, José Botí Ganga, abogado de profesión, ayudado por el encargado de la fábrica que será quien, probablemente, se hiciera cargo de la buena marcha de la fábrica. (Rodríguez Martín 2018)

Con el nombre de José Botí Ganga, se mantendrá la fábrica hasta principios de los años 20, momento en que pasa a ser de Trinidad Botí Ganga. El descenso de ventas y la competencia hacen que la fábrica se venda en el año 1935 a Mateo Saura, quien le dará un nuevo empuje a la fábrica, sobre todo en el ámbito de los mosaicos hidráulicos. En 1956 la fábrica pasará a manos del hijo de Mateo, José Saura Campillo, quien la mantendrá hasta los años 80 del siglo XX cuando se produce su cierre definitivo.

Entre los productos que ofrecía la casa Botí, destacan, por encima de todos, los mosaicos hidráulicos, pues eran el producto estrella de la fábrica y, como ocurría con el resto de fábricas similares, el producto más vendido. El catálogo al que hemos podido acceder, propiedad de Joaquín Botí, publicado parcialmente en las Actas de las XVII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia (Ros Torres et al. 2021) y otra copia propiedad de Jordi Griset Moro que amablemente nos facilitaron, contiene en su mayor parte diseños de mosaicos hidráulicos, dejando las últimas páginas para producción de piedra artificial.

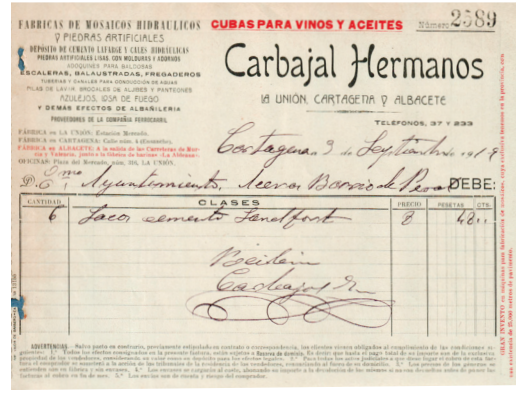
La fábrica de Sánchez y Llamas

Fundada por José Sánchez Cáceres en el barrio de Los Barreros, fue también de las primeras en la ciudad, junto a José Botí. En la década de 1890 se pueden encontrar anuncios de una empresa ya consolidada con distribución de productos a otras zonas de España. Entre 1895 y 1897 la fábrica pasó a manos de Antonio Sánchez, hijo de José Sánchez, y del que fuera el encargado de la fábrica, Vicente Llamas, denominándose la empresa, a partir de entonces, como «Sánchez y Llamas» (Rodríguez Martín 2018). En 1909 Vicente Llamas dejó la sociedad y ambos socios se dividieron la empresa, Vicente siguió con los mosaicos donde en 1920 pasó a ser «Llamas Hermanos» y Antonio con la piedra artificial.

Durante la vida de la empresa adquirió mucho prestigio por la calidad de sus productos. Supieron exportar sus productos a nivel nacional y realizaron grandes obras de hormigón armado en toda la Región de Murcia y Alicante. No hemos llegado a disponer de catálogos de la empresa, pero podemos encontrar muchas viviendas con mosaicos hidráulicos con su marca, sobre todo entre 1887 y 1909 cuando la empresa importante se dividió. En cuanto a los productos de piedra artificial fueron unos de los grandes productores a finales del siglo XIX, junto a José Botí, y durante la primera década del 1900.

La Fábrica de Carbajal Hermanos

Fue la fábrica más longeva de todas, fundándose en 1897 y desapareciendo en los años 80 del siglo XX. Durante 80 años cambió de denominación: Carbajal Hermanos (Figura 2), José Carbajal Jiménez, José Carbajal Torres y finalmente Carbajal y Torres (Rodríguez Martín 2018). Fue fundada por los hermanos José y Gregorio Carbajal Jiménez, que montaron la primera fábrica en La Unión, trasladándose al poco tiempo a Cartagena. Llegaron a tener, en el momento cumbre de la empresa, fábricas en Cartagena, La Unión, Albacete y Murcia.


FABRICAS DE MOSAICOS HIDRAULICOS
Y PIEDRAS ARTIFICIALES
DEPÓSITO DE CEMENTO LAFARGE Y CALES HIDRÁULICAS
PIEDRAS ARTIFICIALES LISAS, CON MOLDURAS Y ADORNOS
ADOQUINES PARA BALDOSAS
ESCALERAS, BALAUSTRADAS, FREGADEROS
TUBERIAS Y CANALES PARA CONDUCCIÓN DE AGUAS
PILAS DE LAVIR, BROCALES DE ALJIBES Y PANTEONES
AZULEJOS, IDEM DE FUEGO
Y DEMÁS EFECTOS DE ALBAÑILERIA
PROVEEDORES DE LA COMPAÑÍA FERROCARRIL
FÁBRICA en LA UNIÓN: Estación Mercado.
FÁBRICA en CARTAGENA: Calle núm. 4 (Ensanche).
FÁBRICA en ALBACETE: A la salida de las Carreteras de Murcia y Valencia, junto a la fábrica de harinas «La Albacete».
OFICINAS: Plaza del Mercado, núm. 316, LA UNIÓN.

CUBAS PARA VINOS Y ACEITES Número 2589

Carbajal Hermanos

LA UNIÓN, CARTAGENA Y ALBACETE

TELÉFONOS, 37 Y 233

Cartagena 3 de Septiembre 1919

D. Emo Ayuntamiento, Acera Barrio de Peral DEBE:

CANTIDAD	CLASES	PRECIO	PESETAS	CTS.
6	Sacos cemento Sandfort	8	48	

Beitein
Carbajal H.

ADVERTENCIAS.—Salvo pacto en contrario, previamente estipulado en contrato o correspondencia, los clientes vienen obligados al cumplimiento de las condiciones siguientes: 1.° Todos los efectos consignados en la presente factura, están sujetos a Reserva de dominio. Es decir, que hasta el pago total de su importe son de la exclusiva propiedad de los vendedores, considerando su valor como un depósito para los efectos legales. 2.° Para todos los actos judiciales a que dé lugar el cobro de esta factura el comprador se someterá a la acción de los tribunales de la residencia de los vendedores, renunciando al fuero de su domicilio. 3.° Los precios de los géneros se entienden sin su fábrica y sin envases. 4.° Los envases se cargarán al costo, abonando su importe a la devolución de los mismos si no son devueltos antes de pasar las facturas al cobro en fin de mes. 5.° Los envíos son de cuenta y riesgo del comprador.

GRAN INVENTO en máquinas para fabricación de mosaicos, cuya existencia tenemos en la provincia, con una existencia de 25.000 metros de pavimento.

Figura 2. Factura original de Carbajal Hermanos de suministro al Ayuntamiento de Cartagena en el año 1919. (Archivo Municipal de Cartagena)

Desde los inicios destacaron por la calidad de sus productos, y pese a tener de competencia dos empresas de reputado prestigio, José Botí y Sánchez y Llamas, fueron capaces de abrirse camino. La empresa tenía un enorme prestigio como fabricante de mosaicos hidráulicos y piedra artificial, pero es que, además, eran contratistas de obras, lo que les permitió trabajar con grandes arquitectos de la ciudad, como Víctor Beltrí y Roqueta o Tomás Rico Valarino e introducir sus productos en sus propios productos en las grandes obras modernistas. De los catálogos y publicidad que hemos podido encontrar sobre la fábrica, encontramos, además de decenas de modelos de mosaico, una cantidad enorme de productos que eran capaces de fabricar. Además de los clásicos decorativos: ménsulas, recercados, guardapolvos, cornisas; hasta elementos de decoración interior y de mobiliario de todo tipo. Las fábricas las destinaron, además, a la realización de elementos de yeso, escayola y staff, tan utilizados en la decoración interior de viviendas.

Otras fábricas

Aunque las fábricas anteriores fueron las protagonistas en la gran transformación de la arquitectura de Cartagena modernista, no podemos dejar de nombrar otras fábricas que también tuvieron importancia en el desarrollo posterior de la arquitectura, aunque ya con menos novedades respecto a las anteriores. Así tenemos la fábrica de «Esteban Sánchez Sánchez», situada en San Antón desde 1909 y que llegó a estar activa hasta los años 70 del siglo XX, con un gran prestigio en sus productos, como también lo obtuvo la fábrica de Adolfo Chumilla, que también fue contratista de obras y que destacó como fabricante de mosaicos y piedra artificial en la década de los años 20 del siglo XX. Otras fábricas menores realizaron productos de piedra artificial de menos calidad y menos repercusión, con productos más residuales.

La piedra artificial en la arquitectura de Cartagena

El uso del cemento Portland se produjo en la arquitectura para la creación de conglomerantes, morteros u hormigones, que podemos considerar de sacrificio, en elementos ocultos. Al ser una ciudad pionera en el uso de estos materiales, no existían referencias sobre la durabilidad, la resistencia o de sistemas constructivos adecuados para su adaptación a la arquitectura. En lo que respecta al objeto de este estudio, el uso de piezas de piedra artificial para ornamentación tuvo que esperar hasta la década de 1880 para que su implantación sea realmente efectiva. Los primeros intentos de sustitución de piedras artificiales se produjeron con la introducción de revestimientos de morteros en fachada creando pequeñas molduras o piezas en volumen. Esto no deja de ser una continuidad de lo que ya se venía haciendo con otros materiales que hacían de base para crear un volumen, como el ladrillo o la mampostería, y que luego se revestían con morteros. La novedad radica en que empiezan a realizarse piezas macizas de morteros u hormigones en base de cemento Portland en fachadas. Uno de los edificios más antiguos de Cartagena del que se tiene constancia del uso de moldura de cemento es el de la Real Sociedad Económica de Amigos del País, reformado por el arquitecto Carlos Mancha Escobar en 1876. En la rehabilitación que se está realizando en el edificio por estos autores, se ha descubierto el uso de hormigones y morteros en la fachada para crear sencillas impostas, recercados, o losas de balcones, complementados por algunos elementos realizados en yeso, utilizado más habitualmente en décadas anteriores.

En una época de postguerra, donde la construcción de nuevos edificios tuvo un gran apogeo, se necesitaba de materiales que sean fáciles de obtener, en primer término, por la celeridad necesaria y, además, por una cuestión de economía. La piedra natural existente en las canteras de los alrededores de Cartagena era principalmente de arenisca, conocida en la ciudad como Tabaire, y así se construían los muros de piedra, ocultos por su fácil disgregación, pero para la realización de elementos vistos y ornamentales se solía recurrir a piedras calizas de Novelda y, en segundo término, para elementos más especiales o singulares, a mármoles de Cehegín, Novelda, Macael o granitos de Madrid, entre otros muchos. Los primeros edificios construidos después de la Guerra Cantonal, la gran mayoría realizados por el arquitecto Carlos Mancha Escobar, se basaban en una arquitectura sencilla. La necesidad económica obligó a realizar edificios de mampostería o ladrillo revestidos de morteros, cuya ornamentación se basaba exclusivamente en recercados, impostas y cornisas, todos ellos lisos y sencillos. En los edificios con cierto poder económico ya empiezan a utilizarse ladrillo caravista en el fondo de fachada y los recercados, impostas y cornisas podían realizarse con el propio ladrillo, de forma ornamental, o con el uso de sillares de piedra natural. Pero todo con una sencillez extrema sin ninguna intención mayor que ser un edificio funcional. La década de 1880 fue donde se introdujeron los principales cambios. El primer recurso decorativo aparece con un material novedoso, el zinc, que se utilizará como elemento decorativo en guardapolvos. Así aparecen el edificio de la calle del Duque 32, del arquitecto Carlos Mancha, el de calle Cuatro Santos, 21, y el edificio para Pedro García en calle Jara, 30, proyectado por el maestro de obras Fernando Egea en 1886.

El uso de piedra, ladrillo o zinc es continuado hasta que en 1891 se introduce la piedra artificial de forma importante en un edificio. Se trata del Pasaje Conesa, situado en plena calle Puertas de Murcia, en el centro del Casco Histórico y una de las principales vías comerciales de la ciudad (Figura 3). Fue cons-

truido por el rico comerciante y terrateniente D. Pedro Conesa Calderón, quien había construido varios edificios de importancia en las inmediaciones con el arquitecto Carlos Mancha Escobar (Rodríguez Martín & Pérez Yelo, Guía del Patrimonio Arquitectónico de Cartagena, 2016), todos ellos con ladrillo y piedra. Este era el primer edificio que construía con un nuevo arquitecto, Tomás Rico Valarino, debido a que Carlos había fallecido un par de años antes. El edificio se compone principalmente de piedra, pero alterna algunos remates y decoraciones en piedra artificial, en zonas donde la vista no aprecia el cambio de material. Se puede apreciar, durante la rehabilitación del edificio, cómo algunos elementos de la coronación del edificio, como el escudo de Pedro Conesa, y parte de la decoración y antepecho de la cubierta. Progresivamente los edificios fueron implementando la piedra artificial en los elementos de fachada.

El punto de inflexión lo marcó José Botí y Rizo, que demostró que su fábrica estaba a la altura de las grandes industrias de la piedra artificial y del cemento, pues construyó, íntegramente, la fachada de la Basílica de la Caridad entera en piedra artificial, concluida en el año 1893 (Figura 4). Esto supuso una revolución en la ciudad y, a partir de ese momento, se implementa la piedra artificial en los edificios de forma genérica. Salvo raras excepciones, a partir de esta fecha los edificios de Cartagena serán ornamentados con piedra artificial en sus fachadas.

Figura 4. Vista de la fachada de la Basílica de la Caridad, realizada en 1893 por José Botí completamente en piedra artificial. (Fotografía del archivo de los autores)

Figura 3. Vista del edificio del Pasaje Conesa, construido en 1891 y donde se introdujo por primera vez la piedra artificial de forma importante en la fachada de un edificio. (Fotografía del archivo de los autores)

La arquitectura cartagenera da un vuelco en la composición de fachadas a partir de 1893. Los recursos ornamentales son mucho más amplios y económicos, lo que deriva en unos edificios eclécticos con un despliegue decorativo mucho más complejo que en décadas anteriores. Los primeros edificios, bajo corte ecléctico, utilizan modelos ornamentales clásicos, mezclados con motivos florales, vegetales y de toda índole. Las fábricas, que van aumentando los modelos que ofrecen por catálogo, están en auge, y compiten por proponer piezas de serie cada vez más desarrolladas. La producción en serie es tal, que comienza una etapa de ornamentación de fachadas de todo tipo. Al tratarse de elementos que se superponen a la fachada, se pueden colocar a posteriori. Dada su economía y facilidad de colocación, se populariza el sistema y se implemente en cualquier fachada de la ciudad. Fachadas populares que se concibieron sin ningún tipo de ornamentación se ornamentan de forma hasta ahora exclusiva de las grandes viviendas burguesas (Figura 5). Este afán de decoración de fa-

Figura 5. Vivienda popular de finales del siglo XIX que en la década de 1900 se ornamentó con guardapolvos de piedra artificial dando una imagen mucho más aburguesada.

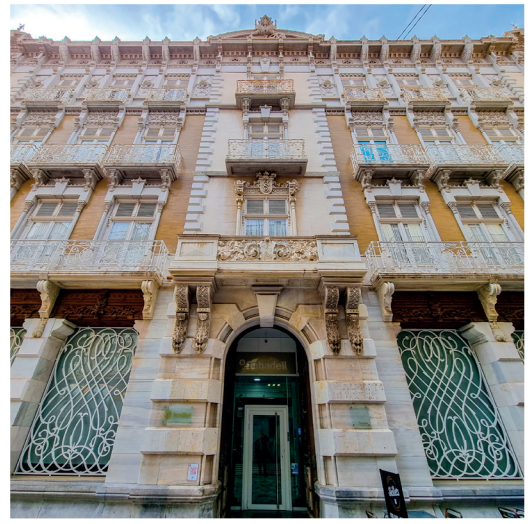


Figura 6. Vista general de la Casa Cervantes donde la piedra artificial domina la fachada del edificio. (Fotografía del archivo de los autores)

chadas transforma la imagen urbana de la ciudad, haciendo de ella una imagen cosmopolita, a semejanza de grandes capitales europeas.

La implementación de la piedra artificial en las fachadas de los edificios, abarató considerablemente la construcción de fachadas ornamentadas, lo que favoreció la construcción de edificios cada vez más interesantes. La llegada del modernismo coincidió con el auge de la piedra artificial en Cartagena, lo que facilitó la realización de formas orgánicas y cada vez más complejas que exigían ciertos diseños modernistas. El mayor representante de este cambio lo podemos admirar en la Casa Cervantes (Figura 6). Este edificio fue construido por Serafín Cervantes en la calle Mayor de Cartagena bajo proyecto del arquitecto Víctor Beltrí. Fue concluido en 1900 y la fachada muestra la capacidad de las fábricas de piedra artificial de Cartagena. El edificio está realizado en mármol hasta el primer piso, estando realizado en piedra artificial vista todo el repertorio decorativo del resto de plantas, así como losas de balcones, impostas y una descomunal cornisa que avanza más de un metro sobre la calle. La calidad de la piedra artificial es excepcional, mostrando una delicadeza en el diseño y en la ejecución de detalles con una gran precisión (Figuras 7). Por las fechas estamos convencidos de que la fábrica que realizó dicho trabajo fue la de José Botí.

La piedra artificial ha dejado numerosos ejemplos de gran calidad en las fachadas de los edificios de la

Figura 7. Vista de detalle de uno de los guardapolvos de la Casa Cervantes. La vista frontal, casi no apreciable a nivel de calle, muestra el magnífico detalle y delicadeza del diseño. (Fotografía del archivo de los autores)

Figura 8. Vista parcial de la fachada de la Casa Celestino donde se aprecia el gran trabajo realizado en piedra artificial. (Fotografía del archivo de los autores)

época modernista. Ejemplos muy notables los vemos en la Casa Celestino Martínez, del año 1900, en la Plaza de La Merced, nº 10 (Figura 8), y las oficinas de la Compañía del Ensanche, de 1904, en Paseo Alfonso XIII, 22 o la Casa Nieto Asensio, de 1909, en la calle del Carmen nº 49 y 51, todos ellos del arquitecto Tomás Rico Valarino, con unas piezas de piedra artificial vista de una calidad y diseño sobresaliente. Del arquitecto Víctor Beltrí, además de la Casa Cervantes, destacaríamos los trabajos en las fachadas de la casa Dorda Bofarull, de 1903, en la calle Palas, nº 12; la casa de Antonio Paredes, de 1906, en la calle Gloria, nº 1, y otro de los grandes edificios de la ciudad, el Gran Hotel (Figura 9), proyectado por el arquitecto Tomás Rico en 1907 y dirigido y concluido en 1911 por Víctor Beltrí, donde el repertorio de piezas de piedra artificial parece infinito, con multitud de motivos florarles, vegetales, guirnaldas, balaustradas y un sinfín de diseños exclusivos para este edificio (Figura 10). Del arquitecto Francisco de Paula Oliver Rolandi habría que destacar la casa de Juan Serón Rolandi, de 1906, en la calle del Carmen nº 54 (Figura 13), o la Casa para Juan Bautista Barthe, de 1906, en la calle Puertas de Murcia, nº 14. Por último, el joven arquitecto Mario Spottorno Sanz de Andino nos dejó un magnífico trabajo modernista en

Figura 9. Vista general del Gran Hotel, una de las joyas modernistas de Cartagena cuya fachada fue realizada en piedra artificial por Carbajal Hermanos. (Fotografía del archivo de los autores)

Figura 10. Vista parcial de una de las fachadas del Gran Hotel de Cartagena, donde se aprecia el amplio repertorio de ornamentación en piedra artificial. (Fotografía del archivo de los autores)

piedra artificial en la casa de Salvador Clares Clemares, en el año 1906, con un importante repertorio de motivos vegetales y florales.

Los productos

Dentro de la gran cantidad de productos que se producían en las distintas fábricas de la ciudad, vamos a destacar aquellos que realmente participaron en el cambio de la arquitectura en la ciudad, tanto en el exterior como en el interior. Entendemos que los productos de piedra artificial en serie eran demandados de forma menos habitual y que, en todo caso, los grandes trabajos de piedra artificial se hacían por encargos concretos con diseños exclusivos. Así podemos ver que los grandes edificios burgueses de Cartagena disponen de una ornamentación en piedra artificial que, en rara ocasión, se repite en otro edificio, siendo la gran mayoría piezas únicas. Dentro de la producción, debemos distinguir aquellos que se realizan para pintar posteriormente y los que se fabrican directamente para ser vistos. Los primeros no necesitan de una fabricación de una gran calidad porque posteriormente se pueden repasar, enmasillas y reparar antes del pintado (Ver figuras 9 y 10 del Gran Hotel). Sin embargo, los segundos sí que necesitan de un cuidado en la fabricación, desde una cuidada materia prima que imprima los colores definitivos, como un proceso de moldeado y prensado exhaustivo pues las piezas, una vez desmoldeadas no se pueden reparar, tan solo pulir (Figura 11). Sobre esto existe un trabajo realizado por estos autores donde se estudia el procedimiento de cada uno de los tipos de piedra artificial (Rodríguez Martín et al. 2021)

Guardapolvos y jambas: Son los productos estrella de los fabricantes y los que realmente difundieron de forma masiva, tanto en grandes obras burguesas como en arquitectura popular. Los modelos que podemos encontrar en Cartagena son muy variados, pero poco repetidos, lo que da a entender la capacidad de las fábricas para realizar nuevos diseños y moldes para piezas diferentes. Los guardapolvos más desarrollados incluyen descuelgues en las jambas, e incluso jambas completas hasta el suelo donde el diseño a veces es integral (Figura 12).

Figura 11. Vista de un detalle de la parte más alta de la fachada de la Casa Cervantes de Cartagena, realizada en piedra artificial vista. Se aprecia la alta calidad de los detalles. (Fotografía del archivo de los autores)

Ménsulas y modillones: Otro de los recursos decorativos muy utilizados con la piedra artificial es la creación de ménsulas y modillones. Un falso elemento constructivo que permite, con distintos diseños, dotar de personalidad a la fachada.

Cornisas e impostas: Como elemento continuo es más utilizado en la arquitectura ecléctica, pero también en la modernista, derivando en elementos más decorados, o incluso transformándose en piñones, cresterías y otros elementos decorativos.

Balaustradas: Desde balaustradas sencillas a diseños con pilastras y balaustres clásicos, de distintas formas y tamaños, a algunas de diseños complejos con motivos vegetales o florales. Los diseños complejos se realizaban casi de forma exclusiva para edificios burgueses, con motivos relacionados con la ornamentación genérica del edificio.

Remates y otros motivos decorativos: Dada la versatilidad de la piedra artificial, la creatividad hace su trabajo y se pueden realizar todo tipo de elementos ornamentales para las fachadas de los edificios. Así, encontramos elementos decorativos en fachadas en forma de elementos geométricos como borlas, espe-

Figura 12. Vista parcial de la fachada del edificio Serón Rolandi, en Cartagena, donde se aprecia el conjunto decorativo en piedra artificial en jambas y guardapolvos, con motivos florales modernistas. (Fotografía del archivo de los autores)

Figura 13. Vista interior de un portal con arco de acceso en piedra artificial. (Fotografía del archivo de los autores)

ras, anillos, puntas de diamante; o formas orgánicas con motivos florales o vegetales, guirnaldas, o inspirados en otros elementos de la naturaleza. También podemos encontrar elementos de remate en balcones o fachadas con pináculos, jarrones, piezas geométricas, y un largo etc. Por último, también podemos encontrar pilastras, columnas, capiteles o cualquier otro elemento que sirva de composición arquitectónica en una fachada.

Interiores: Los elementos que podemos encontrar en los interiores pueden ser muy variados. Es bastante habitual encontrar portales decorados con zócalos y arcos de acceso a la escalera (Figura 13), arranques y peldañeados de escaleras y otros elementos decorativos. En el interior de las viviendas podemos encontrar zócalos, chimeneas, mobiliario tipo maceteros o piezas sanitarias, como fregaderos, lavamos, pilas o incluso inodoros.

Otros elementos: La variedad de elementos de fabricación puede ser infinita, pero dentro de la fabricación más habitual también podemos encontrar otro tipo de productos relacionados con la urbanización de calles o jardines: bancos, mesas, fuentes, farolas y todo tipo de mobiliario de jardín. Por otro lado, otro sector bastante demandante de piedra artificial es el funerario, desde grandes panteones realizados con ornamentación en piedra artificial, hasta fosas y nichos realizados completamente en este material.

Conclusión

La arquitectura de Cartagena experimentó un cambio radical en la composición de las fachadas y en la ornamentación exterior e interior de edificio con la implementación de la piedra artificial. Esto derivó en una imagen de ciudad cosmopolita que todavía hoy podemos disfrutar como un legado patrimonial que debe valorarse debidamente. Gracias a los industriales pioneros de la ciudad que trabajaron el cemento Portland adelantándose a ciudades más grandes del levante español, la piedra artificial llegó de forma muy temprana a la ciudad y se impuso de forma masiva, llegando a utilizarse en las construcciones más populares, gracias el reducido precio en el que se podían realizar ornamentaciones muy llamativas. La plasticidad del material permitió que el modernismo de Cartagena llegara a cotas tan altas y tan tempranas

con infinitas posibilidades a disposición de la creatividad del arquitecto o maestro de obras.

Es importante el conocimiento de quiénes fueron los protagonistas para que los edificios no sean nombrados exclusivamente por el promotor y el arquitecto, sino por todos aquellos artesanos e industriales que hicieron posible la arquitectura que hoy día define el casco histórico de la ciudad. Sirva este trabajo como punto de partida de una investigación mucho más amplia sobre los industriales de la piedra artificial y la importante trascendencia de sus productos en la imagen urbana de la Cartagena ecléctica y modernista.

Lista de referencias

Griset Moro, J. 2021. *El arte del mosaico hidráulico.* Barcelona: Ediciones Invisibles.

Rodríguez Martín, J. A. 2016. Los pavimentos en la arquitectura burguesa de finales del siglo XIX y principios del XX. El caso de Cartagena. *Contart 2016. La convención de la edificación*, 245-254. Granada: Universidad de Granada.

Rodríguez Martín, J. A. 2015. Arte e Industria en la Arquitectura del Campo de Cartagena. *IV Congreso Nacional de Etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena,* 220-242. Cartagena: CRAI Biblioteca. Universidad Politécnica de Cartagena.

Rodríguez Martín, J. A. 2018. Las fábricas de mosaico hidráulico y piedra artificial de Cartagena. *Patrimonio Industrial: Pasado, presente y futuro,* 167-181. Alcalá de Guadaíra: Fundación Patrimonial Industrial de Andalucía.

Rodríguez Martín, J. A., & Pérez Yelo, M. 2016. *Guía del Patrimonio Arquitectónico de Cartagena.* Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena; Fundación Cajamurcia.

Rodríguez Martín, J. A., Sandoval González, S., & Álvarez Mascheroni, L. 2021. La piedra artificial en la arquitectura de Cartagena y la Región de Murcia. Las fábricas y sus productos. *III Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la obra pública.* Motril.

Ros Torres, J., Vázquez Arenas, G., & Botí Martínez, J. A. (2021). El catálogo de la gran fábrica de mosaicos y piedra artificial en Cartagena de José Botí y Rizo y su aportación al patrimonio arquitectónico. *Actas de las XXVII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia,* 341-347. Murcia: Tres Fronteras.

Tipología constructiva del concreto armado en los edificios de equipamiento moderno en Mérida, Yucatán, México

Manuel Arturo Román Kalisch

La ciudad de Mérida inicia una importante modernización a finales de los años 40, por el aumento del comercio de bienes de consumo, artículos de uso cotidiano, vehículos automotores y materiales de construcción industrializados, con lo cual las edificaciones de la arquitectura moderna fueron el marco expositivo para la venta de tales bienes así como fueron construidas con lo último en tecnología edificatoria (González Canto 2012, 200-202). La construcción de edificaciones de equipamiento se incrementó en las siguientes tres décadas debido al crecimiento demográfico y al nivel importante de centralización de la ciudad de Mérida al manifestarse como el punto nodal comercial y de servicios en la Península de Yucatán, propiciando la consolidación de los servicios hospitalarios, de abasto, oficinas y negocios varios y hotelería, entre otros (Peraza 2018, 88-92). Los diversos géneros de equipamiento fueron configurados por medio de los cánones arquitectónicos del movimiento moderno cuya imagen edilicia representó un gran contraste en el contexto porfiriano y virreinal de la ciudad de Mérida y principalmente en el centro histórico (Román y González Canto 2012, 247-252). A partir de los años 50, en la industria de la construcción meridana se contaba ya con una amplia existencia de materiales y sistemas de constructivos con la que los constructores, aunado a la práctica constructiva y al conocimiento estructural, llevaron al cabo la edificación de los conjuntos de equipamiento. Además, las ideas funcionalistas y racionalistas del movimiento moderno encontraron en este contexto tecnológico el sustento proyectual para la concreción y materialización de estos tipos de edificios.

Antecedentes tecnológicos del sistema de concreto armado

El sistema estructural y constructivo del concreto armado hizo su aparición en la primera década del siglo XX en el centro de Mérida y entre 1903 y 1906 se llevó al cabo la construcción del edificio de tres niveles de la ferretería El Candado. La edificación fue resuelta con cimentaciones aisladas soportando marcos rígidos de columnas y trabes sobre las cuales se asentaron las losas macizas divididas en tableros transversales por trabes. Esta solución de cubiertas de concreto armado formando tableros fue resultado del conocimiento estructural emanado del método elástico, el que fue sustituido en la segunda mitad del siglo XX por el método plástico que permitió elementos estructurales verticales y horizontales con menores secciones que las obtenidas por el método anterior. En 1906, fueron construidas una decena de viviendas con el mismo sistema estructural del concreto armado con cimentaciones corridas, muros, cerramientos y losas entableradas. El concreto utilizado en todas estas edificaciones fue el proveído por la patente francesa Hennebique cuyos concesionarios en Mérida fueron el brigadier Ortiz

Manuel Arturo Román Kalisch – Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán

Monasterio y el ingeniero Rafael R. Quintero (Román 2015, 1474-1475).

A pesar de este momento importante de introducción del sistema del concreto armado no tuvo continuidad ni en el mercado de la construcción ni en los constructores locales, quienes se decidieron por la continuar con el sistema tradicional de muros de carga de piedra y techumbres de viguetas metálicas. Paulatinamente, en las siguientes dos décadas se incorporaron elementos de concreto armado en los elementos horizontales como cerramientos, trabes y losas macizas entableradas, lo que constituyó una tecnología constructiva mixta con sus particularidades en el estado de Yucatán. Es hasta finales de la década de 1940 cuando se efectúa la maduración tecnológica y proyectual para la consolidación del sistema del concreto armado, cuando fueron construidas las viviendas de la colonia Miguel Alemán con muros de block macizo, desplazando definitivamente a la piedra como material predilecto, cerramientos, trabes y losas macizas entableradas de concreto armado. Más adelante en esta colonia y en otras colonias de la ciudad fue enriquecido este sistema con la inclusión de columnas metálicas de secciones muy esbeltas donde ya se vislumbraba la influencia de los principios del movimiento moderno (Román 2012, 302-307).

El papel de la estructura en la arquitectura

La estructura participa de manera fundamental en la materialización de la arquitectura siendo no nada más el soporte de la forma arquitectónica y además de que tradicionalmente se ha adaptado a las características particulares de las soluciones arquitectónicas de cada período histórico. No es posible restringir el papel de la estructura sólo a un simple esqueleto soportante ya que también es capaz de tener un papel condicionante y determinante en las soluciones arquitectónicas que logra una integración plástica adecuada y pertinente en el juego de volúmenes y planos. La participación de la estructura en el planteamiento proyectual y formal de la arquitectura moderna no sólo es ser imprescindible para que el edificio posea estabilidad, resistencia y rigidez y, al no tener que ser intrascendente desde el punto de vista arquitectónico, su participación por lo tanto tiene una aportación de riqueza y significado arquitectónico por le que le da valor a la arquitectura. Así de esta manera, la estructura puede tener diferentes papeles arquitectónicos: a) presencia importante arquitectónica en el exterior del edificio; b) creación de espacios interiores especiales; c) presenta una variedad de relaciones entre la forma arquitectónica y la estructural en volumetría; d) los elementos estructurales en las fachadas conforman texturas y composiciones superficiales, dando claves visuales sobre la posición del acceso, conectando la arquitectura interior y exterior, o cumpliendo diferentes papeles expresivos; e) la estructura acentúa la función del edificio, maximiza la flexibilidad del proyecto, subdivide o define el espacio facilitando la separación de funciones y articula circulaciones; f) la estructura interior resalta y articula las superficies y espacios interiores, tiene cualidades superficiales y espaciales; y, g) se pueden leer como una respuesta a la geometría o función de un edificio; o como expresión de factores externos como la presión del terreno u otras características propias del emplazamiento (Charleson 2007, 16-21). De esta manera, la estructura formó parte intrínseca de los elementos arquitectónicos con los que fue configurada la arquitectura mdoerna.

Tipología de sistemas constructivos

Los edificios de equipamiento fueron configurados con sistemas constructivos y estructurales dominantes en el momento de su concreción. El proceso de utilización tecnológica presenta varias tendencias relacionadas directamente con los tipos de sistema constructivo y estructural y los subgéneros arquitectónicos de equipamiento, dando como resultado una tipología conformada por dos sistemas constructivos y estructurales básicos con los que se resolvieron los edificios de equipamiento comercial, educativo, oficinas y negocios, hotelería, hospitalario, abasto y transporte, entre otros. El primero de ellos es el sistema de apoyos corridos cuyo tipo primordial fueron los muros de carga. Estos elementos presentaron tres variantes constructivas y estructurales en las cubiertas: losas macizas de concreto armado; losas reticulares o de doble nervadura de concreto armado; y, losas de viguetas pretensadas de concreto y bovedillas vibro comprimidas de concreto. Mención aparte es el sistema de losas reticulares que se presentó en sólo uno de los edificios de la muestra y que son soportadas por muros de carga. El

segundo sistema es el de apoyos aislados con las estructuras de concreto armado como su tipo elemental. Este sistema fue configurado por cimientos, columnas y trabes de concreto armado y presentó cuatro variantes tecnológicas en las cubiertas: losas macizas de concreto armado; losas de viguetas pretensadas de concreto y bovedillas vibro comprimidas de concreto; trabe losas; y por último, cascarones, ambas cubiertas de concreto armado.

Muros de carga

Este sistema se configuró por muros de carga de block y losas de concreto armado, sin embargo, fue el menos utilizado en la solución constructiva y estructural de los edificios de equipamiento, ya que es una estructura que propicia espacios de claros cortos y es muy compartimentada y no permitía el diseño de plantas libres para los requerimientos espaciales de los diversos subgéneros de equipamiento. Los muros de block estaban reforzados por cadenas y castillos de concreto armado con lo que se logró una estructuración continua y rigidizante. Los bloques utilizados fueron en un principio macizos y ya hacia la década de 1950, el mercado de la construcción ofrecía bloques huecos de concreto vibro prensado, los cuales desplazaron completamente a los macizos por sus mayores dimensiones y por tener un cierto grado de aislamiento térmico.

Losas de concreto armado. Este elemento de cubierta fue la primera variante constructiva y estructural de losas de concreto armado, cuyo diseño estructural se basó en el método de cálculo elástico. Con la finalidad de lograr claros medianos y grandes la solución estructural fue la de apoyar las losas en una serie de trabes apoyadas en un solo sentido y estas a su vez en los muros de block (Román 2007, 123).

Losa de vigueta y bovedilla. Este sistema de cubierta tuvo sus orígenes en la segunda década del siglo XX, cuando el ingeniero Modesto Rolland instaló

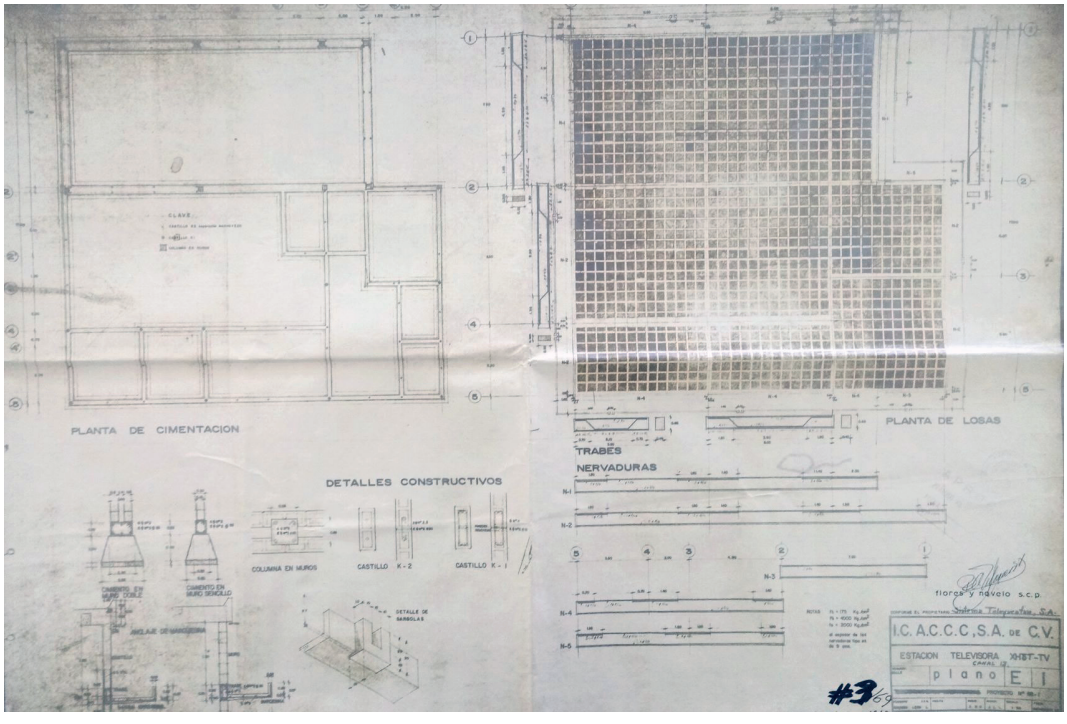


Figura 1. Plano estructural del edificio del Canal 13 en Mérida, Yucatán, México (Archivo Histórico de Mérida (AHM) 1969, caja 6, exp. 2).

en la ciudad de Mérida una fábrica de elementos prefabricados de concreto: bloques, castillos, dalas, viguetas y bovedillas, a pesar de los esfuerzos de comercialización de su sistema, Rolland construyó muy pocas casas y el sistema de prefabricados no tuvo una continuidad de utilización (*La Revista de Yucatán* 2 de febrero de 1919, 8). A partir de mediados de la década de los 40, con un mercado de la construcción más maduro y consolidado, el sistema de cubierta fue ofertado nuevamente a la par del incremento de la venta de elementos prefabricados de concreto, hacia finales de los 50, se consolidó el sistema de cubierta desplazando definitivamente al de losas de concreto armado cuyo uso se restringió a la solución de voladizos (*Diario de Yucatán* 11 de junio de 1959, 9). Peniche 1996, 35).

Losas de doble nervadura o reticulares. La losa empleada fue la reticular que es una cubierta configurada por nervaduras de concreto armado dispuestos en dos sentidos formando una retícula. Los muros de soporte son de block con una doble hilada para tener la resistencia adecuada para soportar el peso de la cubierta. Este tipo de losas no fue vuelto a utilizar hasta la década de 1980 en que fueron construidos en el Centro Histórico edificios comerciales departamentales con estructura de concreto armado y losas reticulares con casetones recuperables.

Estructuras de concreto armado

El sistema constructivo y estructural más utilizado en la conformación de las edificaciones de equipamiento fue el de estructuras de concreto armado. Estas estructuras permitieron solucionar los claros de medianos a grandes de las plantas libres idóneas a las resoluciones arquitectónicas de espacios de exposición, enseñanza, negocio y comerciales entre otras. Si bien este sistema tuvo sus inicios en la primera década del siglo XX, no tuvo una continuidad como tal sino hasta ya entrada la década de los 40 en donde el conocimiento estructural y la práctica constructiva tuvieron la madurez necesaria para sustituir al sistema mixto de muros de carga que sólo incorporó algunos de los elementos de concreto armado de apoyos verticales y cubiertas (Román 2012, 293-310). El sistema de estructuras de concreto armado consistió en cimientos aislados, columnas, trabes y losas. El sistema se complementa

Figura 2. Losas de concreto armado sobre estructura de trabes y columnas del mismo material en la papelería La Literaria en Mérida, Yucatán, México (Autor).

con muros de block de cerramiento de la envolvente del edificio y para las divisiones internas de espacios. Las variantes constructivas y estructurales observadas fueron en las losas: concreto armado, vigueta y bovedilla, trabe losas y cascarones.

Losas de concreto armado. Presentan las mismas características de trabajo estructural de configuración espacial que mencionadas en el apartado de muros de carga, la diferencia básica es que estas cubiertas se apoyaban en trabes perimetrales de concreto armado además de las que aparecían en los claros cortos como soporte y división de las losas.

Losas de vigueta y bovedilla. Las losas se configuraron con viguetas pretensadas de concreto armado y bovedillas de concreto vibro prensado asentadas sobre una retícula de trabes perimetrales sostenidas por columnas de concreto armado.

Trabe losas de concreto armado. La tercer variante de losas de este sistema estructural y constructivo fueron las trabe losas de concreto armado. Estas cubiertas plegadas son láminas prismáticas en forma de "V" y forman parte de los sistemas de estructuras de superficie activa, que son superficies estructurales unidas para formar mecanismos que transmitan fuerzas y que poseen resistencia superficial frente a las compresiones, tracciones y esfuerzos cortantes (Engel 2003, 211). El número de pliegues influye en la distribución de tensiones y en la capacidad portante de la placa. Así se tiene que una placa con un sistema de un pliegue las tensiones normales en el canto común tienen la misma orientación, por lo que la distri-

Figura 3. Losas de vigueta y bovedilla sobre estructura de trabes y columnas de concreto armado en el edificio de uso mixto en Mérida, Yucatán, México (Autor).

bución de tensiones no varía, mientras que en un sistema de dos pliegues la lámina horizontal no tensionada está sometida a esfuerzos cortantes, con ello se disminuyen las tensiones en el borde Engel 2003, 220). Las trabe losas pretensadas de concreto armado se utilizaron para cubrir claros de 10 a13 metros, mientras que las trabe losas de concreto armado hechas en obra cubrieron claros de 13 a 27 metros (Román 2014, 341). En 1961, el ingeniero Mario Duarte Carrillo diseñó y comenzó a producir industrialmente trabes-losas, de 13 metros de largo (González canto 2009, 222). Este sistema de cubierta fue muy utilizado para cubrir claros de naves industriales, almacenes, bodegas, entre otros y su uso decayó a partir de la década de 1990.

Cascarones de concreto armado. La última variante de cubierta son los cascarones de concreto armado soportados por columnas del mismo material y al igual que las cubiertas plegadas pertenecen a los sistemas de estructuras de superficie activa. La continuidad constructiva de los elementos es en dos ejes, es decir, la resistencia superficial frente a las compresiones, tracciones y esfuerzos cortantes, son el requisito previo y la primera característica de las estructuras de superficie activa. Así los elementos del sistema están sometidos a solicitaciones de membrana, a fuerzas que actúan en paralelo a la superficie y su característica básica es ser una estructura portante como delimitación es7A.pacial y configuración de las superficies (Engel 2003, 221-223). Los cascarones de concreto armado están configurados por cuatro segmentos de paraboloide hiperbólico con un apoyo central. López Carmona (2008, 21) los define como *"...la materialización del diagrama espacial de la fuerza cortante de una placa plana apoyada sobre una columna sin viga"*. Teóricamente los espesores en los cascarones varían desde 3 cm hasta 10 cm como máximo y usualmente en los cascarones de doble curvatura el espesor es de 4 cm (Tonda 1973, 1).

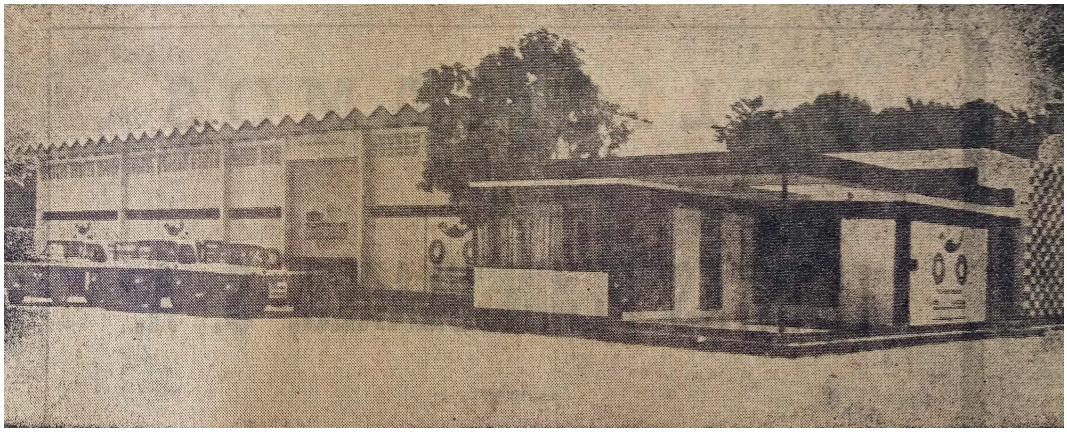


Figura 4. Trabe losas de concreto armado prefabricadas en la Llantera Peninsular en Mérida, Yucatán, México (*Diario de Yucatán* 11 de agosto de 1967).

Cronología constructiva de los edificios de equipamiento

A continuación se presenta el cuadro cronológico de sistemas constructivos y estructurales en donde se puede observar el momento de la aparición de los diferentes tipo y su vigencia, así mismo, describirá la cronología histórica de la construcción de los edificios de equipamiento de la muestra con los sistemas constructivos y estructurales que conforman la tipología objeto de este trabajo.

Década de 1950

El sistema mixto configurado por losas macizas, trabes y columnas de concreto armado y muros de carga de block lo observamos en la escuela primaria Santiago Menenses. La edificación fue inaugurada en enero de 1957 y en su construcción intervino el Departamento de Obras Públicas del Estado con la dirección del ingeniero Ramón López Peraza (*Diario de Yucatán* 31 de enero de 1957, 8; 2 de febrero de 1957, 2). La edificación fue configurada en dos plantas y en este caso con una estructura mixta de muros de carga de block para los espacios de los salones y estructura de columnas y trabes de concreto armado para las circulaciones. Las losas utilizadas para ambos sistemas fueron macizas de concreto armado con claros cortos y medianos.

Las losas de concreto armado son la primera variante tecnológica del sistema de concreto armado con el cual fue construido el edificio de la Concesionaria Torre, la que exhibe esta solución en las losas de concreto armado soportadas por trabes en un solo sentido en los espacios de venta y de bodega, entre otros. Fue construido en 1958 siendo proyectado por el arquitecto Félix Mier y Terán.

El sistema constructivo y estructural de concreto armado con losas de vigueta y bovedilla se puede observar en el edificio de uso mixto del Bazar García Rejón y oficinas del Catastro Estatal en los siguientes niveles, fue construido en 1959 por el ingeniero Mario Duarte Carrillo. Aquí fue empleado por vez primera vez en edificios de varios niveles el sistema industrializado de cubierta de viguetas pretensadas de concreto armado y bovedillas vibro comprimidas de concreto (Peniche 1996, 35). La edificación consta de sótano y tres plantas con un entramado de columnas y trabes de concreto armado. Las columnas del sótano están rematadas por un capitel cónico invertido, solución tecnológica atípica posiblemente por el grado de dificultad de cimbrar el capitel y que sólo se pudo observar en otro edificio comercial en el área de exposición y venta de aparatos electrodomésticos y como ejemplo de

CRONOLOGÍA SISTEMAS ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVOS

TIPO/AÑO	1956	1957	1958	1959	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1971	1977
1		T1*, E3*							D2	HT3*	CT2*	C1*	
2	C4	T1*, E3*	D6*										
3		HT1		M4*, C6	CT1*	D1		D5	D3*, D4*, E2*	T2*, HT3*	C7	H1*, HT2, C1*	B1*, B2*, B3*, H2, H3*
4		T1*, E3*		C5	C2*	E1*, M1*, M2*	M1*						
5				M3*		E1*, M2*				T2*			
6						D1, M1*	M1*						

*	DATOS DE PROYECTISTAS Y/O CONSTRUCTORES	
	TIPO 1	MUROS DE CARGA Y LOSAS C.A., V.Y.B, RETICULAR Y TRABE LOSA
	TIPO2	ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y LOSAS C.A.
	TIPO 3	ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y LOSAS DE V. Y B. O F. B.
	TIPO 4	ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y TRABE LOSAS
	TIPO 5	ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO Y CASCARONES DE C.A.
	TIPO 6	ESTRUCTURAS METÁLICAS O C.A. Y METÁLICAS

Comercios	C
Escuelas	E
Hospitales	H
Hoteles	HT
Mercados	M
Transporte	T
Distribuidoras	D
Comunicaciones	CT

Figura 5. Cronología constructiva de la tipología de elementos constructivos y estructurales (Autor).

Figura 6. Vista de la Concesionaria Torre en Mérida, Yucatán, México (Autor).

Figura 7. Edificio del Bazar García Rejón y Catastro Estatal en Mérida, Yucatán, México (Autor).

cálculo estructural en una tesis de ingeniería de los años 1940 que denota el conocimiento técnico que ya se poseía en esa época.

Un ejemplo de trabe losas de concreto armado de un pliegue hechas en obra se encuentra en las instalaciones de la empresa Autotransportes de Carga en Yucatán. El proyecto y construcción los llevaron a cabo los ingenieros Mario Duarte Carrillo y Ramiro Bojórquez Molina en 1957 y constó de oficinas, terminal y estación de servicio. El área de terminal de un nivel fue cubierta con este tipo de techumbre con un claro de 15 metros aproximadamente, mientras que las áreas de oficinas y estación de servicio fueron resueltas en tres niveles con columnas, trabes y losas de concreto armado, con muros de cierre de block. Otra edificación con este tipo de elementos de cubierta se observa en las oficinas y talleres de CYCASA, inauguradas en marzo de 1959, en donde toda la crujía de un nivel es cubierta por las trabe losa de dos pliegues en el sentido longitudinal (*Diario de Yucatán* 22 de marzo de 1959, 3).

Década de 1960

La losa reticular o de doble nervadura fue utilizada en 1969 cuando fue construida la televisora Sistemas Tele Yucatán, actualmente Canal 13, por la empresa ICACCC y avalada por el despacho Flores y Novelo (AHM 1969, caja 6, exp. 2). El sistema constructivo y estructural adoptado fue de muros de carga de block, sencillos para los espacios administrativos de claros cortos y medianos y reforzados con castillos de concreto armado; y doble muro de block para el espacio de claro grande del estudio lo que permitió alojar las columnas de concreto armado de refuerzo. La cubierta está configurada por nervaduras de concreto armado dispuestos en dos sentidos. La cimentación empleada para soportar los dos tipos de muro fue de mampostería de piedra. Es de notar que no fueron propuestas zapatas aisladas de concreto armado para soportar la carga enviada por las columnas embebidas en los muros de block, al menos no aparecen en los planos estructurales.

A finales de 1964 fue terminada la construcción del área de carnes del Mercado Santos Degollado con colaboración del Concejo Municipal de la Ciudad

Figura 8. Edificio del canal 13 en Mérida, Yucatán, México (Autor).

Figura 9. Vista interior del área de carnes del Mercado Santos Degollado con cubierta con trabe losas de concreto armado (Autor).

de Mérida y los abastecedores y usuarios del mercado bajo la dirección del Ingeniero Municipal Raúl Encalada Alonzo del Departamento de Obras Públicas municipal, cubierto con trabe losas de concreto armado y casi 17 metros de claro (*Diario del Sureste*, 27 de marzo de 1964, 1B; 28 de junio de 1964, 2; 15 de diciembre de 1964, 2. *Diario de Yucatán* 1 de febrero de 1965, 9). Llama la atención que la construcción de las trabe losas se efectuó con el tipo de dos pliegues en el interior del área de carnes y el volado exterior fue configurado con trabe losa de un pliegue, es de suponer que se consideró innecesario diseñar los voladizos como trabe en "V" y se optó por la solución más sencilla de un pliegue. Se observa también las huellas del cimbrado utilizado a base de duelas de madera (Román 2014, 346).

En la década de los 60, empiezan a utilizarse las trabes losas de concreto armado pretensadas como se puede observar en los siguientes ejemplos. El supermercado Minimax inaugurado en noviembre de 1963 fue proyectado por el arquitecto Juan José Díaz Infante y la obra fue dirigida y construida por los ingenieros Álvaro González Peón y Ulises González Torre. El inmueble consistía de 1000 m2 de construcción y por la planta libre y por sus dimensiones se puede suponer que el sistema de cubierta fue el de trabe losas pretensadas, además consta en un anuncio de felicitaciones a la empresa dueña del supermercado por parte de la fábrica de techos de concreto pre esforzados Hormigón Comprimido, en donde se agradece el haber confiado en utilizar sus techos de concreto en todas sus instalaciones (*Diario de Yucatán* 15 de noviembre de 1963, 1ª, 2, 6ª y 8ª).

A principios de 1965 fue inaugurada la ampliación del Mercado Municipal no. 1 de Mérida. El proyecto estuvo a cargo del arquitecto Fernando López Escalante y la construcción por el Departamento de Obras Públicas del Ayuntamiento, bajo la supervisión del ingeniero Rubén Encalada Alonzo, jefe de los Departamentos de Obras Públicas del estado y del Ayuntamiento. La superficie total de la edificación estuvo cubierta por 1596 m2 de trabe losas pretensadas; 1120.50 m2 de vigueta y bovedilla; 2625 m2 de filler, que es una variante del sistema de cubierta anterior en donde se sustituyen las viguetas por nervaduras de concreto armado (*Diario de Yucatán* 4 de febrero de 1963; 1 de febrero de 1965, 7 y 8). El área cubierta por el sistema de trabe losas fue el de legumbre y verduras y fue configurada por columnas y trabes de soporte y trabe losas pretensadas.

Década de 1970

La losa de vigueta y bovedilla fue utilizada para cubrir los espacios de los dos niveles de crujías corridas soportadas por muros de carga de mampostería, en el edificio de la Financiera del Sureste, inaugurada en enero de 1971 y construida por la empresa López y Peón (*Diario de Yucatán* 16 de enero de 1971, 4).

La estructura de concreto armado con losas de vigueta y bovedilla se observa en el Hospital Materno

Figura 10. Hospital Materno Infantil en Mérida, Yucatán, México (Autor).

Infantil construido en 1977 por la Dirección de Obras Públicas del estado de Yucatán, estando la obra a cargo del ingeniero William Ricalde Gamboa. El proyecto fue del arquitecto Leopoldo Tommasi López y consta de un edificio de dos plantas, en la baja se ubicaban los consultorios, la administración y los servicios, mientras que en la planta alta se encontraban los pabellones, quirófano, cunería y salas de partos, cuyo costo de construcción y equipos hospitalarios fue de $3, 000,000.00 (*Diario de Yucatán* 5 de enero de 1977, 2 y 10; 2 de julio de 1977, 5). Destaca la solución constructiva y estructural de las trabes de concreto armado embebidas en el espesor de la losa de vigueta y bovedilla.

Conclusiones

Las características físicas y mecánicas del concreto armado propiciaron una versatilidad y apropiación de formas de elementos arquitectónicos, estructurales y constructivos que permitieron establecer un lenguaje formal y estilístico característico de la arquitectura de equipamiento. Las cualidades de los materiales, la disponibilidad de diferentes técnicas, métodos constructivos y métodos de cálculo estructural, así como la experiencia y práctica constructiva constituyeron un grado adecuado y eficiente de constructividad de las edificaciones de equipamiento yucatecas. La variante estructural y constructiva de cubiertas que fue la predominante en las estructuras de concreto armado fue la losa de vigueta y bovedilla, la que presentaba mayores ventajas en cuanto a menor tiempo de ejecución y menor cantidad de cimbra de madera a diferencia de los mayores tiempos de ejecución y cimbrado de la losa maciza, trabe losas hechas en obra y cascarones de concreto armado.

La mayoría de los edificios de equipamiento de grandes claros fueron cubiertos con trabe losas de concreto armado pre esforzado. Los claros de los espacios no rebasaron los 13 metros, por lo que resultó más pertinente la utilización de los elementos prefabricados en cuestión de tiempos de ejecución que los elementos hechos en obra que requirieron de mayor tiempo de ejecución en cuanto a cimbrados y colocación y secado del concreto armado.

Lista de referencias

Archivos

Archivo Histórico de Mérida

Hemerografía

Diario del Sureste
Diario de Yucatán
La Revista de Yucatán

Bibliografía

Charleson, A. 2007. *La estructura como arquitectura. Formas, detalles y simbolismo*. Barcelona: Reverté.

Engel, Heino, *Sistemas de estructuras,* Barcelona, Gustavo Gili, 2003.

González Canto E. 2009. *La arquitectura moderna de uso colectivo en Mérida, Yucatán 1940-1970*, tesis doctoral, Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

González Canto E. 2012. Los bienes de consumo coadyuvantes en el proceso modernizador de la arquitectura en Mérida. En *Ponencias y apuntes de la V Cátedra de arquitectura Carlos Chanfón Olmos. Primera sesión, San Luis Potosí 2010*, coordinado por A. Kasis Ariceaga, 200-212, San Luis Potosí: Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Consorcio de Universidades Mexicanas.

López Carmona F. y Guzmán X. 2008. Evolución de los cascarones de concreto armado en México. En *Aquella primavera creadora…Cascarones de concreto armado en México*, editado por J. I. del Cueto, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Peniche R. 1996. *Reflexiones sobre la ingeniería civil en Yucatán*, Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería.

Peraza Guzmán M. T. 2018. El despertar urbano de Mérida, Yucatán Factores urbanizadores a mediados del siglo XX", En *Permanencias y devenires de la arquitectura moderna en México*, compilado por I. San Martín y G. Lee, 87-100. Ciudad de México: Documentación y Conservación del Movimiento Moderno.

Román M. A. 2007. Innovaciones tecnológicas en la arquitectura posrevolucionaria de Yucatán. En *La Memoria Inmediata. Patrimonio siglo XX*, coordinado por M. T. Peraza Guzmán, Mérida, 116-127. Mérida,Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

Román M. A. y González Canto E. 2012. La asimilación de las ideas del movimiento moderno internacional en la arquitectura yucateca. En *Tránsitos en el circuito América Latina, Europa y Estados Unidos en el período de la posguerra (1945-1960): redefiniciones en la*

arquitectura y el urbanismo, coordinado por E. de Anda, 239-261. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Román M. A. 2012. Permanencia y cambio tecnológico en la arquitectura civil yucateca de la primera mitad del siglo XX. En *El bicentenario y la habitabilidad del siglo XXI en Yucatán. Arquitectura y pertinencia social*, coordinado por E. M. González Canto, 293-310. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.

Román M. A. 2014. Los pliegues de la arquitectura de la segunda modernidad en Yucatán, en *Segunda Modernidad urbano arquitectónica. Lecciones significativas en la Segunda Modernidad en México*, coordinado por C. R. Ettinger, L. Noelle y A. Ochoa, 335-356. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Román M. A. 2015. Casas de concreto armado: una innovación tecnológica en los albores del siglo XX en Yucatán, México. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, vol. III, organizado por J. A. Ruíz y S, Huerta, 1471-1480. Segovia: Sociedad Española de Historia de la Construcción.

Tonda, J. A. 1973. *Cascarones de concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y Concreto.

Juan de Torija, el Quevedo de los arquitectos

Miguel Rotaeche Galiano

In memoriam Christiane Crasemann Collins.

Juan de Torija (1624-1666) fue un maestro de obras de Madrid, alarife de la Villa, aparejador del Buen Retiro y autor de dos tratados. Aunque no es una figura de primera fila, disponemos de cuatro biografías concisas y fieles de él: las de Virginia Tovar (1975), Pedro Navascués (1975), José Manuel Cruz Valdovinos (2016) y la publicada por la Real Academia de la Historia (2022). Juan de Torija era hijo de un maestro de obras, y estaba emparentado por matrimonio con otras dos familias de maestros de obras de Madrid: De la Peña y Del Olmo.

Los maestros de obras del siglo XVII eran simplemente contratistas. Algunos sabían dibujar planos y destacaban por ello. Otros ni siquiera sabían escribir, como nos dicen Diego López de Arenas (López de Arenas 1633, 38) y el mismo Torija (Torija 1661a, 4). Torija no solo sabia escribir, sino que lo hacía espléndidamente. Fue un caso singular de dominio de la prosa. Escribía en uno de sus tratados:

> Ejemplo es claro: pesa una mosca más que la red en los rincones, tejida de la araña. Y pesando tanto, se implica, y perece. Así son los caudales a la fingida solicitud, red, o engaño de las formas o trazas, sin ciencia, ni hermosura, o consonancia a los principios de la ciencia, fabricadas en los rincones de ignorancia, hacen perecer los caudales de aquellos que les mandan hacer los edificios (Torija 1661b, 31).

Con esta fascinante prosa describía las desventuras de un propietario que se ha encontrado con un maestro de obras sin escrúpulos. Veremos más adelante cómo él a su vez, siendo contratista, cayó al final de su vida en manos de un cliente, una institución, que le arruinó.

Los dos tratados que escribió fueron: el *Tratado breve sobre las Ordenanzas de la Villa de Madrid,* y el menos conocido *Breve tratado de todo género de bóvedas así regulares como irregulares*. Los publicó en el año 1661 (Navascués 1975, 15). Veremos cómo coincidieron con unos meses de falta de actividad constructora de Torija. Los publicó en Madrid, en la imprenta de Pablo de Val, un hombre que había impreso dos obras de Baltasar Gracián en 1657 y 1658, y que editó también a Gracián en 1664.

Torija no hizo grandes obras, exceptuando dos. Hay que tener en cuenta que toda Europa, incluida España, era víctima de una crisis económica devastadora que duró todo siglo XVII y parte del siguiente. Las importaciones de plata de América empezaron a menguar en 1622, y la población española disminuyó de 8,5 millones a 7,5 a lo largo del siglo (De Vries [2003] 1976, 5, 17). Las dos obras que acometió al final de su vida fueron la iglesia del Hospital de Montserrat (en la plaza de Antón Martín) y la capilla de la iglesia de la Virgen de Atocha (al Norte de la estación de Atocha), ambas lamentablemente desaparecidas.

El hallazgo en el Archivo General de Palacio de la totalidad de las cartas de pago de la obra del Hospital

Miguel Rotaeche Galiano – Arquitecto. SEdHC, CHS, SAH, COAVN

de Montserrat con sus fechas (AGP Caja 129 Exp.4 del Hospital de Montserrat) nos descubre mucho sobre los últimos nueve años de la vida de Juan de Torija: la economía de la obra, las interrupciones, los desvelos por cobrar y la preocupación por sus herederos.

El cargo de alarife

Torija fue alarife de la villa de Madrid desde 1653 hasta su muerte. Los alarifes eran maestros de obras escogidos para efectuar labores como peritaciones en juicios y tasaciones de obras en marcha. El cargo se otorgaba por votación para un año renovable dentro del gremio, concediéndolo a los más experimentados y honrados, pues de ellos dependía que la propiedad tuviera la certeza de estar pagando lo realmente ejecutado. Con el sistema de tasaciones el contratista también tenía el cobro garantizado. La tasación se desarrollaba de dos formas: con o sin perito contradictorio, y los alarifes actuaban bajo juramento. Cuatro alarifes debían estar una hora todas las mañanas en la plaza de la Villa, disponibles para el que los necesitara (Cruz 1995, 69). En 1610 había en Madrid doce alarifes, y en 1672 ya eran veinticuatro (Blasco 1995, 471, 478), extraídos de un censo de unos ochocientos maestros de obra. Era un cargo que daba prestigio, y Torija no dejaba de mencionar su pertenencia a él.

El cargo no disponía de sueldo. Se trataba de maestros que tenían obras en marcha que no podían abandonar. El ingreso asociado al cargo de alarife era el derivado de hacer las tasaciones, y los honorarios solían ser el uno por mil del valor tasado (Toajas 1984, 167). Torija hizo a lo largo de su vida tasaciones de obras de otros maestros, y otros alarifes tasaron obras suyas cuando hubo litigio con la propiedad. Era algo muy frecuente en la época.

Hay que decir que las condiciones laborales de los alarifes se fueron deteriorando a lo largo del siglo XVII. La Villa de Madrid carecía de unas Ordenanzas aprobadas y, después de convertirse en capital permanente en 1606, desarrolló una actividad constructiva tan intensa que hubo de fomentar la llegada de falsos maestros. En cuanto a los alarifes, en época de Felipe II se les sometía a exámenes teóricos de aritmética y geometría a los aspirantes a alarife y se les hacía dibujar planos. Con el tiempo, esta práctica fue perdiéndose, y en 1661 no queda rastro de ella (Blasco 1995, 476). Los particulares estaban más desprotegidos ya que, durante mucho tiempo los alarifes habían sido su única protección oficial contra los abusos.

El Buen Retiro

Otro cargo que tuvo Torija, y que no dejaba de mencionar siempre que podía -incluso cuando lo dejó- fue el de Aparejador Mayor del Palacio del Buen Retiro. El cargo incluía también el Palacio de la Zarzuela.

El oficio de aparejador en la época era el de un maestro de obras que no trabajaba como contratista, sino que trabajaba a sueldo, bien de otro maestro, o bien de la Corona (este era el caso en el Retiro). La labor de un aparejador era la siguiente: debía estar a primera hora en la obra, comprobar que los operarios acudían, comprobar la calidad de los materiales y -muy importante- debía hacer las plantillas a escala natural (lo que llamaban cortes de cantería) a los canteros, para que pudieran trabajar sin temor a equivocarse. Por consiguiente, el aparejador debía saber geometría. El Aparejador Mayor lo era de cantería, y el Aparejador Segundo, de carpintería Este debía tener los correspondientes conocimientos de geometría de cubiertas, corte de vigas, etc. Un aparejador de cantería cobraba 3.850 Reales al año, y el de carpintería, 935. Podían ser promocionados del puesto de aparejador de carpintería al superior.

Torija tomó el cargo en 1652. El palacio del Buen Retiro ya se había construido bajo la constante supervisión del Conde-Duque de Olivares (Brown [1981] 1988,106), que se nombró a sí mismo *alcaide* de la obra. Pagaba por separado a los gremios, es decir, no había un contratista general (todos conocemos este tipo de cliente). Según Moya, fue una obra llevada por aficionados (Moya 1967, 23). Según Brown y Elliott, el Conde-Duque no dejó de acudir un día a la obra, y era el ejemplo perfecto de cliente tiránico. En 1640 creó el puesto de aparejador del Buen Retiro en la persona del maestro de obras Pedro de la Peña el Viejo, el que más tarde sería suegro de Juan de Torija. A la muerte de Pedro de la Peña en 1650 le sucedió en el cargo su hijo Pedro de la Peña el Joven. En 1652 Torija tomó posesión del cargo a su vez, sucediendo a su cuñado. En esos años el Conde-Duque ya había caído en desgracia, y ocupaba su puesto su so-

brino Luis Méndez de Haro, II Conde-Duque de Olivares. Este era, consiguientemente, el superior de Torija en el Retiro. El palacio del Buen Retiro se había terminado ya en 1635, y el de la Zarzuela en 1638, y es de suponer que los trabajos de Torija se limitaban a labores de mantenimiento, pequeñas ampliaciones o cambios, y reparaciones en caso de incendio, como el que ocurrió en el Retiro en 1653. Torija reparó los desperfectos del fuego como aparejador, y recibió excepcionalmente 1.100 Reales por ello (Tovar 1975, 166) aparte de su sueldo, que era de 1.650 Reales al año (Blanco 2002, 628).

Torija fue aparejador del Buen Retiro dos veces: de 1652 a 1653, y de 1657 a 1658 (Navascués 1975, 11), y no asistía precisamente con asiduidad. El cargo incluía una vivienda en el Palacio del Retiro, que Torija nunca empleó, pues estaba ocupado con otras obras en Madrid. Hay que tener en cuenta que el sueldo de 1.650 Reales al año, en realidad equivalía a cuatro Reales diarios: un sueldo de mera subsistencia. Debido a las continuas ausencias de Torija en su segundo periodo en el Retiro, fue sustituido en 1658 por otro maestro, Juan Fernández, al que el II Conde-Duque elevó el sueldo a 10 reales diarios (Blanco 2002, 629).

Obras anteriores al Hospital de Montserrat

Son de poca entidad, y casi siempre consisten en reformas y reparaciones en edificios terminados:

- En 1649, repara la torre de la iglesia de Colmenar sucediendo a su cuñado Gaspar de la Peña (Cruz 2016). También hace una obra para el Duque de Osuna.
- En 1652, 1653 y 1654 hace obras en el palacio de Uceda, edificio terminado desde 1625, donde vivía don Luis Méndez de Haro, II Conde-Duque de Olivares. Recuérdese que era su jefe en las obras del Retiro. Este palacio de Uceda es el actual Palacio de los Consejos en el número 76 de calle Mayor, a un lado de la catedral de la Almudena, que hoy comparten Capitanía General y el Consejo de Estado (AHPM T.9067, f.80r-80v) (AHPM T.9067, f.101rv) (AHPM T.6065, f.311rv) (AHPM T.8588, f.286rv).
- En 1653 interviene en el claustro de San Felipe sustituyendo a su cuñado Gaspar de la Peña (AHPM T.8045, f.39r-40v).
- En 1654 hace una galería en la casa del príncipe de Esquilache (AHPM T.9622, f.7-1r,7v-8r) (AHPM T.9622, f.7r), y hace una portada a unas cocinas en el palacio del Alcázar (Blanco 2002, 406).
- En 1655 trabaja en el palacio real de Valdevelada (Cruz 2016). También trabaja en la casa de Francisco Gil y la de Juan Carrillo (AHPM T.9957, f.5r-5v).
- En 1656 recibe un encargo de Mateo de Olarte (AHPM T.9053, f.90r-91v).
- En 1658 hace obras en la casa de Gabriel Garrido (Cruz 2016).
- En 1665 termina las obras en casa del marqués de Aytona, en la calle de Atocha (Cruz 2016).

El Hospital y la iglesia de Montserrat

El Consejo de Aragón construyó un hospital en Madrid para los naturales de la Corona de Aragón que enfermaran en Madrid. El hospital del que tratamos aquí es el de su segunda sede, en la plaza de Antón Martín, en la calle de Atocha. Lo encargaron en 1657 a Juan de Torija como contratista. Constaba de una iglesia que ocupaba la mayor parte de la parcela, y un hospital a los dos lados de la entrada (figura 1). La obra debía comenzar por la iglesia, y se disponía de planos, de los que no queda constancia del autor.

Llevado por el entusiasmo de hacer un edificio de nueva planta por primera vez, Juan de Torija firma con dos miembros -llamados protectores- del Consejo de Aragón un contrato muy desfavorable para él, y que supondría su ruina al final. Como síntoma de su entusiasmo, en el contrato Torija especifica algunos precios de construcción y llega a decir que el mortero se hará con cal y arena en proporción de 1 a 2 (AHPM T.6277, f.142r.-145v.) en toda la iglesia y durante los años que durara la obra, cuando lo habitual es una proporción de 1 a 2,5 o 1 a 3. El contrato era sangrante, como era corriente en la época. Era muy común que el contratista acabara arruinado, como también ocurre a veces hoy en día.

Hay otro documento que se conserva en el Archivo General de Palacio, en el que se compromete a ciertos precios y condiciones «en los que me obligo a hacer la iglesia y hospital de los aragoneses» (AGP Caja 129 Exp.3, 6 del Hospital de Montserrat). Este no está firmado, y presenta prácticamente los mis-

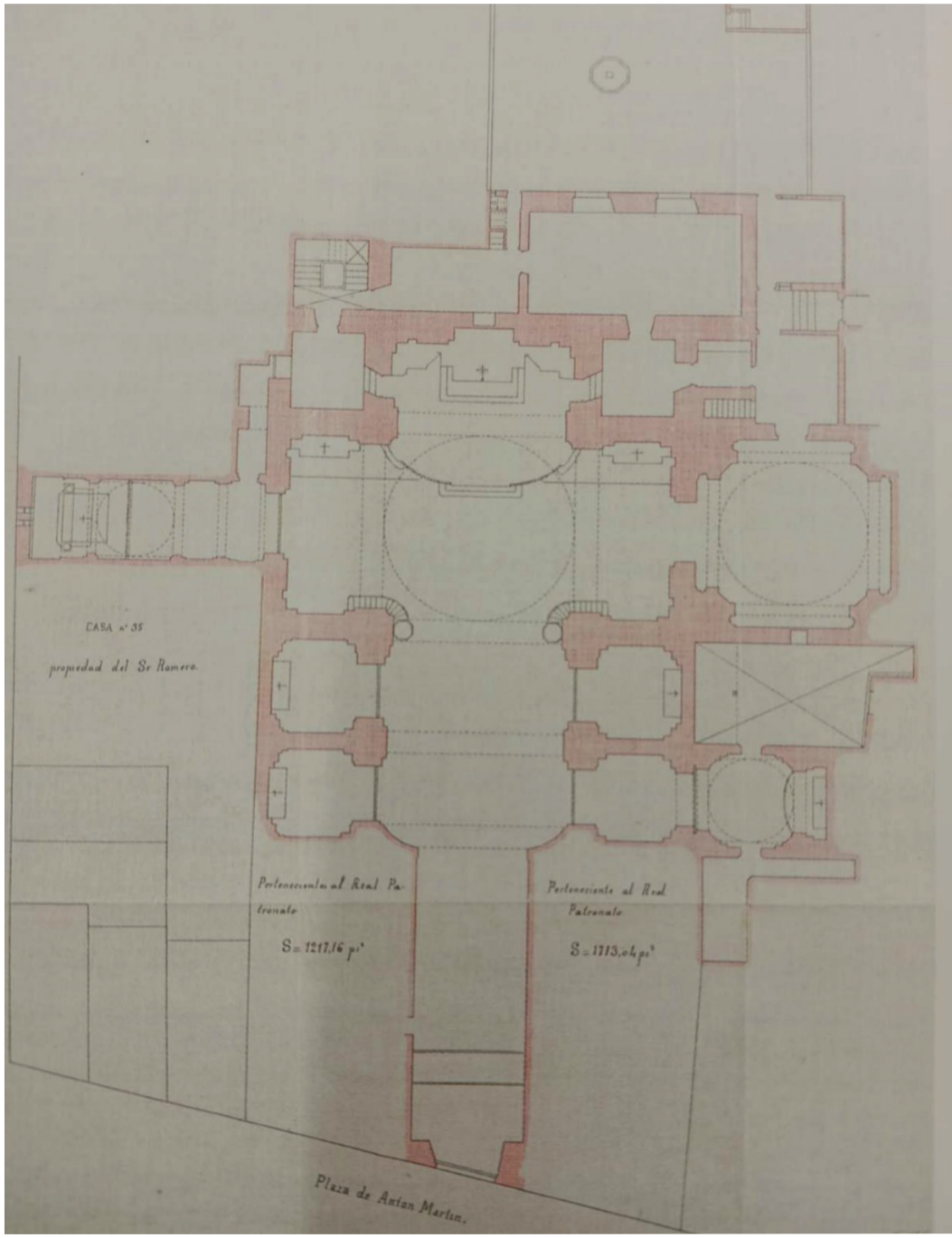


Figura 1. Planta de antes del derribo de la iglesia del Hospital de Montserrat. El hospital se encontraba a los dos lados de la entrada. (AGP Caja 129 Exp.3, 6 del Hospital de Montserrat).

mos precios que el contrato y en el mismo orden. Con toda probabilidad es el que Torija preparó para dictar al escribano cuando se redactó el contrato.

Como decimos, el contrato era ruinoso para él: en lo esencial Torija se comprometía a cobrar cada mes solo dos tercios de lo que había construido, poniendo el tercio restante «supliendo de sus bienes», tal como figura en el contrato. Hipotecó sus casas de la calle Santa Polonia para poder hacerlo. Todo esto se vigilaría haciendo una tasación mensual, según la cual se le iría pagando dos tercios de lo construido en ese mes. Al terminar la iglesia, el Consejo de Aragón pagaría a Torija el tercio de todo lo construido. Lo que no previó Torija es que fallecería antes de terminar la iglesia.

Como dicho antes, se conserva también en el Archivo General de Palacio la totalidad de las cartas de pago (recibos) del Consejo de Aragón a Torija para la iglesia de Montserrat. (AGP Caja 129 Exp.4 del Hospital de Montserrat). Los pagos son constantes desde el comienzo de la obra en octubre de 1657 hasta noviembre de 1659, en que se interrumpen (figura 2).

El contrato dice: «En caso que por algún accidente cesare la dicha obra por no entregársele por parte del dicho Consejo Supremo de Aragón el dinero para proseguir en ella y esta dilación durase seis meses continuos, se ha de medir todo lo que estuviere fabricado hasta el día en que cesare la obra y se le ha de pagar al dicho Juan de Torija todo lo que pareciere debérsele de ella al contado». Así, en julio de 1660, cuando los pagos se habían interrumpido durante ocho meses, las dos partes encargan una tasación al padre Francisco Bautista de la compañía de Jesús (AHPM T.8233, f80r.81v.), maestro de obras de cierta fama en la época, que tasa lo hecho en 141.503 Reales «sin los materiales de piedra, ladrillo, cal y arena y otros que están en ser para proseguir en dicha obra y otras demasías que hizo en ella». Lo cobrado hasta la fecha (sumando las cartas de pago del AGP) ascendía a 95.271 Reales. Sumando a esta cifra el tercio, alcanzaría los 142.906 Reales, lo que demuestra la honradez tanto de Francisco Bautista como la de Juan de Torija. El Consejo de Aragón le debía, pues, en aquel momento lo tasado menos lo cobrado: 141.503 - 95.271 = 46.232 Reales.

Tres meses más tarde, con la obra parada, en octubre de 1660 los mismos miembros del contrato con el Consejo de Aragón emiten un documento (AGP Caja 129 Exp.3, 6 del Hospital de Montserrat) que Torija no firma. Acuerdan: a) Pagarle 6.000 Reales «para cuando llegue el caso», b) Que Torija vuelva a nombrar a Francisco Bautista y se repita la tasación por no estar escrita en papel oficial, y c) Que desista de su actuación frente a la Justicia «y no introducir pleito alguno». Firman todos menos Torija.

El documento viene acompañado de una hoja que dice: «Nombramiento que hace Juan de Torija del Padre Bautista de la Compañía de Jesús para medir la obra de la iglesia y renunciación a la instancia que tenía comenzada contra los Señores protectores para que pagasen lo construido en la obra». Torija tampoco firma.

En este período de inacción constructiva en la obra de Montserrat que va de noviembre de 1659 a agosto

1657	1658	1659	1660	1661
E	E	E	E	E
F	F	F	F	F
M	M 11.000	M 1.650	M	M
A	A 11.000	A 2.000	A	A
M	M 22.000	M	M	M
J	J	J 3.300	J	J
J	J	J 9.000	J Tasación	J
A	A	A	A	A
S	S	S	S 11.000	S
O 11.000	O	O	O 2.000	O
N	N	N 18.821	N	N
D	D 5.500	D	D	D

1662	1663	1664	1665	1666
E	E 6.000	E 6.000	E 6.000	E
F	F 6.000	F 6.000	F 6.000	F
M	M 6.000	M 15.000	M 6.000	M 5.312
A	A 6.000	A 1.000	A 6.000	A
M	M 6.000	M 2.000	M 6.000	M
J	J 6.000	J 21.000	J	J 2.000
J	J 6.000	J 6.000	J	J
A 2.108	A 6.000	A 6.000	A	A 5.000
S	S	S 7.000	S	S
O	O12.000	O 4.000	O	O
N	N 6.000	N 6.000	N	N
D 6.000	D 6.000	D 6.000	D	D
				316.691

Figura 2. Cuadro resumen de las cartas de pago mensuales de la obra del Hospital e Iglesia de Montserrat. Las cifras están en Reales. La obra comenzó en octubre de 1657. Obsérvense los largos períodos de interrupción de la obra (AGP Caja 129 Exp.4 del Hospital de Montserrat).

de 1662 es cuando Torija escribe y publica sus dos tratados, y es cuando acude a Sevilla a hacer una peritación de la capilla del Sagrario.

La obra se reanuda en agosto de 1662 y, sorprendentemente y de acuerdo con las cartas de pago en el Archivo General de Palacio, hasta el fallecimiento de Juan de Torija en 1666 lo cobrado asciende a 316.641 Reales (figura 3), con lo que los dos tercios de la obra se llevaron a cabo en esta segunda fase. Un hecho emocionante es que emitió la última carta de pago el 4 de agosto de 1666, día de su cumpleaños, sin saber que iba a fallecer veinticinco días más tarde.

Juan de Torija muere, después de ocho días de enfermedad, el 29 de agosto de 1666 con 42 años, sin terminar la iglesia. Otorga testamento la víspera, el 28 de agosto (AHPM T. 9917, f.354r-356v), y dice muy claramente en el testamento que el Consejo de Aragón le debe 150.000 Reales.

En realidad, lo cobrado hasta la fecha eran 316.691 Reales. Siendo estrictos, si esta cifra eran los dos tercios de lo construido, el Consejo de Aragón le debía 158.345 reales.

En su enfermedad y emergencia sabe que la cifra redondeada es la de 150.000 Reales, y es la que dicta al escribano para que se escriba en el testamento. Sabe que ha cobrado aproximadamente 300.000 Reales, y que según el contrato le deben 150.000 «así de mi ocupación y trabajo como de materiales y gastos que en él he tenido». Tiene un último gesto de elegancia dictando al escribano la siguiente salvedad: «... para que con la puntualidad posible cuando llegare el caso se cobre para el cumplimiento de este mi testamento y me perdonen el no poder hacer gracia y limosna de ello conforme a mi voluntad». Nombra como testamentarios y cumplidores de la herencia (albaceas) a cuatro personas: D. Nicolás de Ontañón (Administrador del duque de Osuna y caballero de la orden de Santiago), Manuel del Olmo (maestro de obras y su cuñado), Antonia García de Angulo (su madre) e Isabel de la Peña (su mujer). Nombra here-

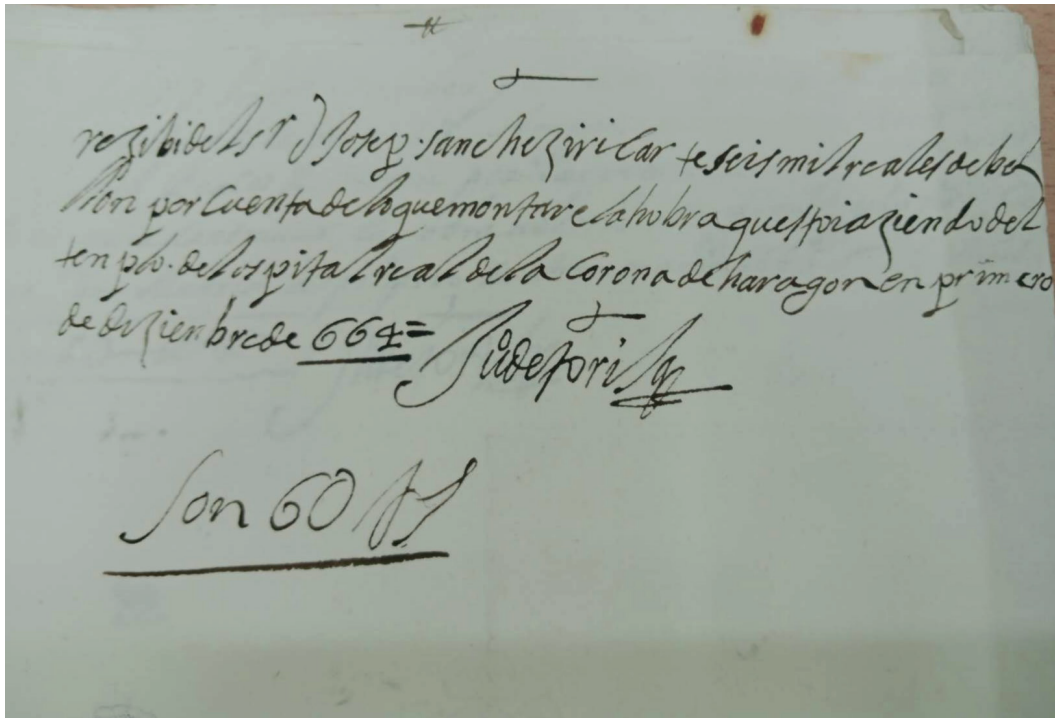


Figura 3. Carta de pago de Juan de Torija de la segunda fase del Hospital e Iglesia de Montserrat, el 1 diciembre de 1664, por 6.000 Reales. El signo después del 6 es un calderón, que designaba abreviadamente los millares (AGP Caja 129 exp.4 del Hospital de Montserrat).

deros a su madre y su mujer, que necesitarían ser defendidas por los antes mencionados, ya que todo hace pensar que no sabrían escribir, pues no firman en ninguno de los documentos. No sabemos si lograron cobrar la deuda.

Pide también en el testamento que le entierren junto a la tumba de su suegro Pedro de la Peña el Viejo, padre de una familia de maestros de obras, a la que Juan de Torija debía tanto. La obra de Colmenar, el puesto en el Retiro, el claustro de San Felipe, los debe a ellos. En varios documentos llama hermanos a sus cuñados De la Peña, y ellos se refieren a él del mismo modo.

En el testamento dona y reparte sus «libros, papeles, compases, armas y herramientas». Desgraciadamente, no tenemos una lista de sus libros. En cuanto a los compases, son probablemente la señal de que dibujaba planos. En cuanto a las herramientas, serían seguramente las de cantería.

Las cartas de pago existentes en el Archivo General de Palacio (AGP Caja129 Exp.4 del Hospital de Montserrat) son con toda seguridad la totalidad de las que Juan de Torija fue cobrando al Consejo de Aragón, ya que las cifras coinciden: la suma hasta noviembre de 1659 es ligeramente superior a los 2/3 de la tasación de Francisco Bautista, y la suma hasta el fallecimiento de 1666 es ligeramente superior a la que correspondería a la deuda en el testamento, lo que indica que no falta ninguna. Son seguramente las cartas de pago que Torija fue guardando a lo largo de los años porque le iba la vida en ello, y son los documentos que los testamentarios entregarían en el Consejo de Aragón como prueba de la deuda. Milagrosamente, se han conservado hasta nuestros días, pues no hay que olvidar que el Alcázar se incendió en el siglo XVIII.

La viuda, Isabel de la Peña, manifiesta en un documento del 30 de agosto que su marido ha muerto «dejándola con grande desamparo y descomodidad y deudas», y acepta 5.500 Reales del Consejo de Aragón como adelanto de la deuda «para el entierro y misas» (AHPM T.9917, f28).

El 3 de septiembre, cinco días después del fallecimiento, los albaceas otorgan poder en un pleito que el difunto ya tenía contra el Consejo de Aragón a Vicente Pazoles, procurador de dicho consejo (AHPM T.9917, f.360r-361r).

El 4 de noviembre de 1666, dos meses después del fallecimiento, los albaceas no habían conseguido cobrar la deuda (AHPM T.9917, f.401v-403r). No sabemos si al final lo logran.

La viuda de Juan de Torija, Isabel de la Peña, casa con Juan Sánchez, ayudante de Torija. A este Juan Sánchez, Torija no le menciona en el testamento, a pesar de mencionar a doce personas, incluida la criada. El 15 de marzo de 1669 están ya casados, y otorgan ambos una Obligación para hacerse cargo de la obra del Hospital Real de la Corona de Aragón (AHPM T. 6720, f.144r-183v). La obra continúa, y la iglesia se inaugura en 1678. Se supone que en este tiempo se terminó también el hospital, ocupando los dos rectángulos a los lados de la entrada de la iglesia, probablemente con planos de Torija (Barrio 1993, 25) (figura 4). Isabel de la Peña muere en 1707.

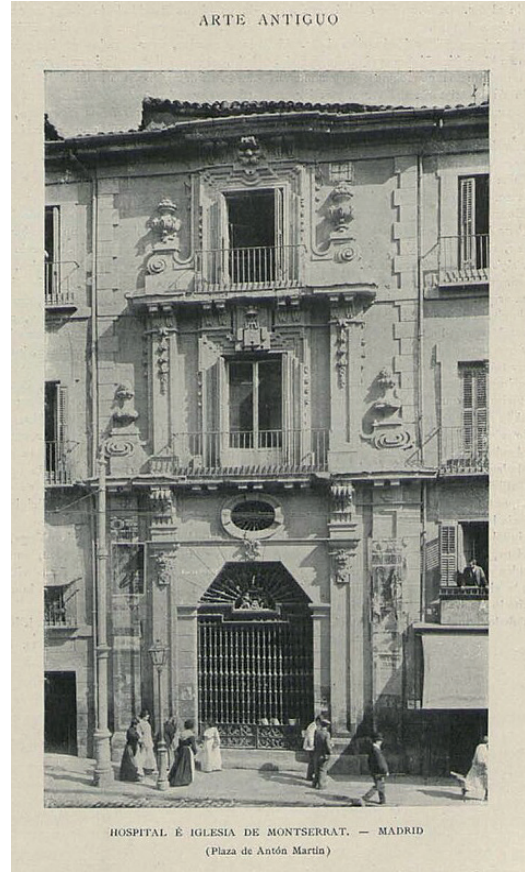


Figura 4. Fachada del Hospital de Montserrat antes de 1910 (Tovar 1975). La iglesia y hospital se derriban en 1910. En la parcela se construyó el Teatro Monumental (figura 5).

Figura 5. Superposición del solar de derribo de la Iglesia y Hospital de Montserrat en la manzana del Teatro Monumental (Google Earth y AGP Caja 129 Exp.3, 6 de Hospital de Montserrat).

El Tratado breve sobre las ordenanzas de la villa de Madrid y policía de ella

Dedica el Tratado a la Villa de Madrid, y está dirigido a los alarifes. Uno de los prólogos del libro está fechado en agosto de 1660. Por consiguiente, el libro fue escrito antes de esa fecha. Esto coincide con los meses de paro de la obra de Montserrat de noviembre de 1659 a septiembre de1660. Dice Torija en el prólogo: «… tendré por bien empleado mi desvelo y trabajo (en medio de mi retiro)». Tenía 36 años en aquel momento, y con «mi retiro» se refiere a los meses de paro de la obra de Montserrat en 1660.

Anuncia en el prólogo la próxima publicación del tratado sobre bóvedas que, consiguientemente, es posterior, y también la de un tratado de cortes de cantería, que lamentablemente nunca se publicó. Los cortes de cantería era una materia que dominaba como buen aparejador que fue.

Lo que también dominaba era la prosa. Dice en la dedicatoria que dirige a los alarifes: «… y como conocí los daños que en las cosas de que trato se han causado por los Alarifes, quise poner desvelo para que, advertidos ellos, se eviten tantos perjuicios al lustre de la República».

Sobre cómo debe ser el alarife: «Requiérese sepa leer y escribir, dibujar,…» (Torija 1661a, 4)

Aconseja al alarife al entrar en una obra para tasarla:

> El Alarife, siendo nombrado por parte para medir una obra, lo primero que debe hacer es pedir la escritura de contrato… y reconocer si ha cumplido con la distribución de la planta, que también ha de pedir, y no ha de empezar la medida sin asistencia de la persona cuya es la cosa, para que vaya informando, y se hagan catas para conocer lo profundo de los cimientos,… cumplir con su conciencia… no se debe llevar de dádivas… (Torija 1661a, 12-13).

Una muestra de su prosa moralista en este tratado, como correspondía a la época es, tal como transcribimos literalmente (v.m. significa vuestra merced):

> … llega un dueño que quiere gastar un poco de dinero en alguna fábrica, y llama al Maestro que le parece de su satisfacción, diciendo se haga una traza de su intención. Ofrécela (ignorando el autor de ella) mas, que él dice que la hizo. Y en virtud de la traza, el dueño le pregunta cuánto le costará, para hacer cómputo con su caudal, y si podrá determinarse a hacer la obra. A que el Maestro responde que, según lo trazado, será fábrica de mil ducados. Y el dueño dice: v. m. lo mire bien. Replica el Maestro que con estos mil ducados le sobra dinero. Con que, debajo de este seguro, el tal dueño se halla con mil y quinientos ducados, y respecto de que le sobran los quinientos según el tanteo, dan principio a la obra. Y, sin llegar a tener estado del medio de ella, están consumidos los mil y quinientos ducados con que se hallaba el dueño. Admírase del consumo y exceso de la promesa del Maestro, y da quejas, y anda aturdido. Y, por continuar la obra, empeña aún las alhajas de su mujer, busca dinero a censo sobre la tal casa, no mereciendo nombre aún de solar, de forma que queda empeñado y deudor por censos y préstamo sobre sus alhajas, y la obra en bosquejo. En tal caso, el Maestro (que a cualquiera se le da este nombre), viendo lo que pasa, acusado de su culpa, huye la cara. Y el triste dueño, que le ha faltado hasta la respiración, se halla sin recurso. Entonces el Maestro a voces publica se le deben muchos ducados, con lo cual no se acaba la obra, y el dueño queda perdido (Torija 1661a, 14-17).

Otra muestra de su prosa sobre la elección de contratista, prodigio de concisión:

> Usan estos tales de un modo vulgar, diciendo a la persona que quiere hacer una obra si acaso les pregunta: fulano es Maestro de ciencia y conciencia, a que responden: ese es un hombre que no se quita la capa. Grave, no asis-

> te, no hay dineros para él. Y así, a Vuestra Merced le será mejor en obra y precio que un amigo mío y yo hagamos la obra, que será a satisfacción. Siéndola el errarla, y consumir el dinero (Torija 1661a, 19).

Estos textos advirtiendo al cliente de maestros desaprensivos los publica en 1661, cuando precisamente su cliente, el Consejo de Aragón, no le ha pagado durante meses a él, que es el maestro de obras.

En cuanto al texto de las Ordenanzas propiamente dichas, parece a veces anticipar el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. Habla de las molestias que ocasionan por ruidos y olores norias, hornos, fraguas, yeserías, jabonerías, alfares, etc.

En otras partes se anticipa al Código Civil, cuando habla de abrir ventanas en medianeras por ejemplo, limitando su tamaño y enrejándolas. Y ventanas sobre propiedad ajena, limitando la distancia. Otra regla que, aunque pueril, figura también en las Ordenanzas y en el Código Civil, es que todas las fincas deben tener acceso.

En recomendaciones prácticas, se extiende mucho sobre diferencias de nivel, aguas que no deben caer sobre el vecino, etc. Habla de canalones de plomo y conductos «embetunados».

Figura 6. La Capilla del Sagrario de Sevilla en el extremo superior izquierdo de la imagen (Google Earth).

Una recomendación constructiva curiosa es la de cómo hacer una chimenea sobre un forjado de madera: «En cuanto a los hogares que se hicieren sobre suelos de madera, hayan de tener debajo unos caños de barro cocido de los que llaman naranjeros, y cuanto mayores fueren será mejor, y encima de ellos se haga su sardinel de ladrillo… ». Esto tiene su importancia, porque siete años antes, en 1653, precisamente cuando Torija era aparejador en el Retiro, se quemó la chimenea del cuarto del Rey (Cuartero 1968, 62). Una chimenea seguramente obra de los aficionados de antes de 1635. Entonces aprendió la lección. Seguramente a esta reparación se debieron los honorarios excepcionales que recibió después de subsanar los efectos del incendio. Fueron 1.100 Ducados que, por cierto, no cobraría hasta 1660 (Azcárate 1966, 128).

El Breve Tratado de todo genero de bobedas Asi regulares como irregulares execución de obrarlas y medirlas con singularidad y Modo Moderno observando los preceptos Canteriles de los Maestros de Arquitectura

Se supone que lo escribió también en 1660 durante la interrupción de la obra de Montserrat. Se dirige al lector de este modo: «… hállome en la ocasión de un retiro ocasionado de mi desgracia, aunque deseado de mis émulos. Y por sacar de la mala fortuna algún bien, saqué el desengaño envuelto en esta obra, para que me sirva de alivio,… »

Aunque el título anuncia que en el Tratado describirá la ejecución de las bóvedas, no es así. Todo él consiste en cómo medir la superficie del intradós de todo tipo de bóvedas, empezando por las de planta regular y acabando con las de planta irregular. Es una ayuda, un manual para la labor del tasador de obras. Seguramente, el trabajo de redactar el tratado y dibujar las láminas debió ser abrumador y llevarle varios meses.

Como curiosidad, toma aquí como valor de = 22/7, lo que supone un error de solo un 0,04%.

Vuelve a anunciar aquí su tratado de cortes de cantería, que nunca vio la luz.

La peritación del Sagrario de Sevilla

Juan de Torija emitió un informe conjunto con Juan de Rueda, maestro de obras de Granada, sobre el Sagrario de Sevilla (figura 5) en julio de 1661 durante la interrupción de la obra de Montserrat, y en vísperas de la tasación que hizo Francisco Bautista con la obra parada.

El Sagrario es una iglesia que se construyó adyacente a la catedral de Sevilla, en su esquina Noroeste. Las obras comenzaron en 1618, y en 1650, antes de terminar el edificio, aparecieron las primeras grietas. En 1656 aparecieron nuevas grietas. En abril de 1660 deciden llamar «alarifes que hubiere en España de más crédito porque la obra del Sagrario se vea» (Bravo 2008, 120).

Inmediatamente, un maestro llamado Sebastián de Roesta emite un informe que ratifica los rumores de ruina. Hacen caso omiso y encargan otros informes:

En noviembre de 1660 lo encargan a un equipo: fray Luis de Barcelona, Francisco Díaz, jesuita, y Gaspar de la Peña (cuñado de Juan de Torija). No se ponen de acuerdo y cada uno escribe su informe. El primero no se pronuncia. Díaz atribuye el problema de las grietas a las aguas de la cubierta. De la Peña lo atribuye a la cimentación, y propone un recalce con pilotes de pino.

En 1661 lo encargan a un nuevo equipo: Juan de Rueda y Juan de Torija. Emiten informe conjunto en julio de ese año. Actúan bajo juramento. La iglesia está cubierta con una bóveda de cañón de 11m. de luz y 51m. de longitud. Básicamente dicen en el informe que Scamozzi, Vitrubio, Bramante, Sangallo, Buonarotti, De l'Orme, Palladio, Alberti y Fontana en la mayoría de los casos dieron a las paredes un grueso de un cuarto de la luz de la bóveda. En el caso del Sagrario las paredes (se refieren a los contrafuertes) tienen un tercio de la luz (en realidad tienen un poco más de un tercio), «conque en esta parte le damos por bueno» (Bravo 2008, 359).

El Sagrario de Sevilla se inauguró en 1664. En 1691 aparecieron más grietas, lo que trajo consigo el encargo de más informes y reparaciones.

La capilla de la Virgen de Atocha

La desaparecida iglesia de Atocha era anteriormente la iglesia de un convento de principios del XVI. En tiempos de Felipe II se acometió la capilla de Nuestra Señora de Atocha, una iglesia paralela y adyacente a la primera, algo más estrecha y más baja. En tiempos de Felipe IV las obras no habían terminado aún (Urrea 2011, 123). En abril de1662, estando Torija desocupado durante otra prolongada interrupción de la obra de Montserrat, le encargaron «la obra de albañilería del ochavo, media naranja, la linterna y chapitel de la capilla», en la cabecera de la capilla de Nuestra Señora de Atocha, con plano de Sebastián Herrera Barnuevo. En el contrato entre Torija y Juan de Góngora, Presidente del Consejo de Hacienda de Felipe IV, se especifica que se le pagarán 5.750 Ducados: 2.000 al comenzar a obra, 2.000 al estar mediada y los 1.750 restantes al terminar. Era, consiguientemente, un encargo de la Corona. El plazo convenido fue de cinco meses (AHPM T.7455, f.73r-76v.). Hipotecó de nuevo sus casas de calle Santa Polonia, que había hipotecado en 1657 para la obra de Montserrat. Estas casas no se mencionan en el testamento. La capilla se inauguró en 1665 (Urrea 2011, 133), en vida de Torija..

Agradezco aquí la inestimable labor de ayuda de Dª Beatriz García Gómez del Archivo Histórico de la Provincia de Madrid suministrando manuscritos y aclarando tantas confusiones.

Torija termina su Tratado de Ordenanzas con este párrafo, modelo de prosa moralista. Y con él terminamos esta ponencia (Torija 1661a, 147-148):

> El día de hoy, si en fábricas, aunque pequeñas, se eligieran hombres en quienes concurrieran las partes de ciencia necesaria, tuviera Madrid edificios cuya perfección, si no venciera, igualara a los antiguos extranjeros de cuyos Artífices hubiera memoria. Mas como no vale la virtud, sino la intercesión para obrarlas, nada se acierta.

Lista de referencias

AGP: Archivo General de Palacio.

AHPM: Archivo Histórico de la Provincia de Madrid.

Academia de la Historia. 2021. Juan de Torija. Madrid: en *Diccionario biográfico de la Real Academia de la Historia.*

Azcárate, José María de. 1962. Datos para las biografías de los arquitectos de la corte de Felipe IV *en Revista de la Universidad de Madrid Vol. XI – Nº42-43.*

Azcárate, José María de. 1966. Anales de la construcción del Buen Retiro*.* Madrid: *en Anales del Instituto de Estudios Madrileños Nº1* 99-135.

Barbeito, José Manuel. 1992. *El Alcázar de Madrid.* Madrid: Servicio de Publicaciones del COAM.

Barrio Moya, José Luis. 1993. Algunas noticias sobre la construcción de la desaparecida Iglesia del Hospital de Montserrat en Madrid. Madrid: *en Anales del Instituto de Estudios Madrileños, Tomo XXIII.*

Blasco Esquivias, Beatriz. 1995. El cuerpo de alarifes de Madrid. Origen, evolución y extinción del empleo. Madrid: en *Anales del Instituto de Estudios Madrileños.*

Bravo Bernal, Ana Mª. 2008. *El Sagrario, un problema y su historia. Estudio arquitectónico y documental de la capilla del Sagrario de la Catedral de Sevilla.* Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Brown, Jonathan y J.H. Elliot. [1981] 1988. *Un palacio para el rey. El Buen Retiro y la corte de Felipe IV.* Madrid: Alianza Editorial.

Cuartero y Huerta, Baltasar. 1968. Noticias de doscientos trece documentos inéditos sobre el Buen Retiro de Madrid y otros Sitios Reales. Madrid: en *Anales del Instituto de Estudios Madrileños.*

Cruz Valdovinos, José Manuel. Juan de Torija, Aparejador Mayor del Buen Retiro y Alarife de la Villa de Madrid (1624-1666). Madrid: *en Instituto de Estudios Madrileños.*

Cruz Valdovinos, José Manuel. Gaspar de la Peña. Madrid: *en Instituto de Estudios Madrileños.*

Cruz Yabar, María Teresa. 1995. Los alarifes de Madrid en la época de Felipe II. Madrid: *en Anales del Instituto de Estudios Madrileños*.

De Vries, Jan. [1976] 2003. *The Economy of Europe in an Age of Crisis, 1600-1750.* Cambridge: Cambridge University Press.

García Morales, María Victoria. 1988. La merced del oficio de Maestro Mayor. Madrid: *en Revista de la Facultad de Geografía e Historia Nº2, p.103-110.*

García Méndez, Nina Patricia. 2018. Tratadista del siglo XVII: Juan de Torija. Madrid: *en Compilaciones de Arquitectura.*

Gómez López, Consuelo. 1991. Los Alarifes en los oficios de la construcción (siglos xv-xviii). Madrid: *en Espacio, Tiempo y Forma, Serie VII, Historia del Arte, f.4, 1991, p.39-52.*

López de Arenas, Diego. 1616. *Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes.* Sevilla. Imprenta Estupiñau.

Meavilla Seguí, Vicente. 2004. Matemáticas y arquitectura: un procedimiento de Juan de Torija (1624-1666) para el cálculo aproximado del área de una bóveda de arista. Zaragoza: *en Lecturas Matemáticas, Vol.25 p.43-57.*

Moya, Luis. 1967. Edificios singulares. El palacio del Buen Retiro. Madrid: *en Arquitectura Nº100.*

Navascués, Pedro. 1979. Juan de Torija. *Prólogo a la edición de las Ordenanzas de Madrid de Juan de Torija*. Madrid: Albatros ediciones

Ponz, Antonio. [1792] 1947. *Viaje de España seguido de los dos tomos del viaje fuera de España.* Madrid: M. Aguilar Editor.

Saltillo, Marqués de. 1948. Arquitectos y alarifes madrileños del siglo XVII. Madrid: *en Boletín de la Sociedad Española de Excursiones Nº52.*

Toajas, María Ángeles. 1984. Los oficios de alarifes en el siglo XVII. Teruel: en *Actas del III simposio de mudejarismo.* Teruel. Diputación de Teruel.

Toajas, María Ángeles. 1991. Los Alarifes en Madrid y Sevilla en el siglo XVII. Madrid: *en Velázquez y el arte de su tiempo.* Madrid: CSCI Instituto Diego Velázquez.

Torija, Juan de. [1661a] 1760. *Tratado breve sobre las Ordenanzas de la Villa de Madrid, y policía de ella. Por Juan de Torija, Maestro Arquitecto, y Alarife de ella, y Aparejador de las obras Reales.* Madrid: Antonio Pérez de Soto.

Torija, Juan de. 1661b. *Breve tratado de todo género de bóvedas así regulares como irregulares, ejecución de obrarlas y medirlas con singularidad y modo moderno observando los preceptos canteriles de los Maestros de Arquitectura. Por Juan de Torixa Maestro Arquitecto y aparexador de las Obras Reales.* Madrid: Pablo del Val.

Tovar, Virginia. 1975. *Arquitectos madrileños de la segunda mitad del siglo XVII.* Madrid: Instituto de Estudios Madrileños.

Urrea Fernández, Jesús y María Aranda Alonso. 2011. El templo, la capilla y el camarín de Nuestra señora de Atocha de Madrid. Madrid: *en BSAA Arte nº77. P.117-140.*

Las técnicas constructivas de las fortificaciones andalusíes de la Alpujarra almeriense (siglos VIII-XV)

Jorge Rouco Collazo
José Mª Martín Civantos

La Alpujarra es la comarca que se extiende a los pies de la cara sur de Sierra Nevada, dividida actualmente entre Granada y Almería[1] (fig. 1). En este territorio de alta montaña, desde la etapa andalusí se conforma un paisaje marcado por alquerías, terrazas de cultivo y sistemas de regadío. En la construcción de este paisaje también tienen gran importancia las fortificaciones rurales, conocidas en las fuentes árabes como *ḥiṣn*/*ḥuṣūn*, que servían para la defensa de la población en caso de peligro y acabaron siendo las cabezas administrativas del territorio alpujarreño para los poderes que sucedieron desde el califato omeya hasta el sultanato nazarí. Por este motivo, la Alpujarra es un área de estudia clásica dentro de la arqueología andalusí (Cressier 1984, 1992; Bazzana, Cressier y Guichard 1988; Trillo San José 1998; Martín Civantos et al. 2022).

No obstante, el estudio de la Alpujarra y de sus fortalezas nunca ha profundizado en el análisis de sus restos materiales y las fábricas con las que se construyeron, parte fundamental también del paisaje alpujarreño medieval. Estas técnicas nos ofrecen una importante información sobre constructores, promotores, cronologías y tecnologías, por lo que no es un campo de estudio ajeno en al-Andalus (Azuar Ruiz 2005; Bazzana y Guichard 1987; Martín Civantos y Rouco Collazo 2021; Gurriarán Daza 2004, 2008; Márquez Bueno y Gurriarán Daza 2008; Gurriarán Daza 2018).

En este trabajo presentamos una síntesis de los resultados de la investigación de las técnicas constructivas preservadas en ocho fortalezas de la Alpujarra Alta almeriense (fig. 2), como parte de un estudio más complejo sobre la evolución histórica y arqueológica de las fortificaciones alpujarreñas y su papel en el territorio (Rouco Collazo 2021).

Metodología

La metodología para la documentación de los aparejos constructivos de las fortificaciones granadinas presenta dos ramas, la documentación gráfica y la caracterización descriptiva (Rouco Collazo 2021, 75-110 y 158-247).

Para la primera, se ha optado por una documentación tridimensional a través de la fotogrametría *Structure from Motion*. La aplicación de esta técnica supone la obtención de modelos tridimensionales de gran precisión gráfica y métrica, logrando texturas fotorrealistas y dimensiones corregidas que se acercan a la precisión subcentimétrica. Dada la abrupta topografía y la extensión de las fortificaciones se ha realizado la documentación fotogramétrica a través de fotografía aérea con drone, tanto en vuelos programados como manuales para garantizar su precisión, y la fotografía con cámara réflex (fig. 3). Todo ello con puntos de control en el terreno (GCP) toma-

Jorge Rouco Collazo – INCIPIT, CSIC; José Mª Martín Civantos – Universidad de Granada

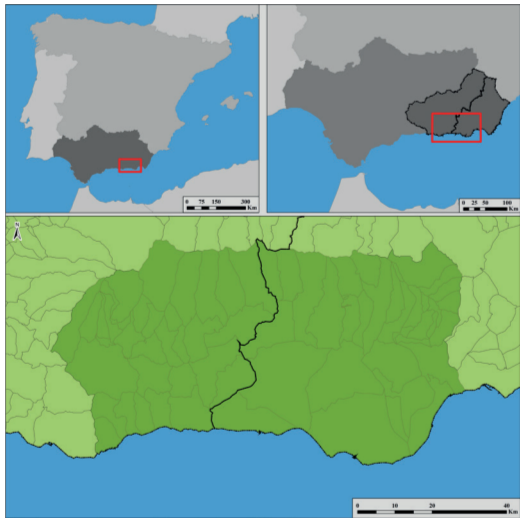


Figura 1. Ubicación de la comarca de la Alpujarra

dos con sistema GNSS para obtener una documentación precisa y georreferenciada (Benavides López, Martín Civantos y Rouco Collazo 2020; Rodríguez Bulnes et al. 2022; Rouco Collazo y Benavides López 2023). Posteriormente, de los modelos 3D procesados a partir del método *Structure from Motion* se obtienen ortofotos que permiten una mejor observación de los restos, así como la medición y realización de planimetrías sobre las mismas.

En lo que respecta a la caracterización descriptiva de las técnicas constructivas, seguimos metodologías habituales en la Arqueología de la Arquitectura para el análisis de los aparejos históricos. Así,

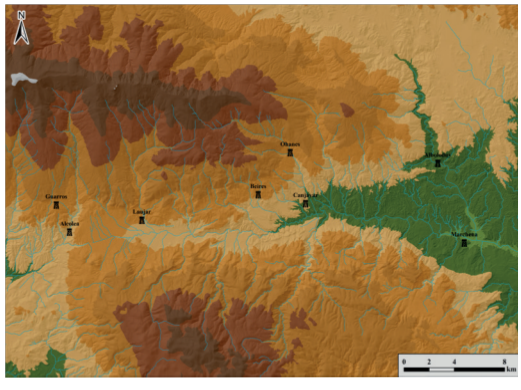


Figura 2. Fortalezas consideradas en este análisis

Figura 3. Documentación de puntos GCP con GNSS

además de analizarlas dentro de la secuencia estratigráfica general de las fortificaciones de la Alpujarra almeriense, caracterizamos los elementos definitorios para la descripción de las fábricas sintetizados por R. Parenti (1988): elaboración de los materiales, aparejo constructivo, sección del muro, dimensiones, acabado final, tipo de mortero o ausencia del mismo. Estas características son sistematizadas para cada aparejo en cada fortaleza, comparándolos con el resto de los analizados en esta área, buscando intentar trazar paralelos y cronotipologías. Respecto a la clasificación tipológica del aparejo, por mantener una coherencia en la misma, seguimos la propuesta de J.Mª Martín (2009a) con variaciones mínimas (fig. 4).

El estudio de las técnicas constructivas en la Alpujarra almeriense se enfrenta a una serie de dificultades que complican en gran medida la identificación de sus aparejos, derivados del estado de conservación de los mismos. A menudo, se trata de restos muy escasos, que impiden una caracterización certera que permita el establecimiento de paralelos con

Tipología	Subtipología	Código
Mampostería	Mampostería no concertada a hueso	M1
	Mampostería no concertada con tierra	M2
	Mampostería no concertada tomada con mortero	M3
	Mampostería concertada	M4
	Mampostería concertada con verdugadas de lajas	M5
	Mampostería concertada con verdugadas de ladrillo	M6
	Mampostería concertada a espina de pez	M7
Sillarejo		S1
Sillería	Sillería isódoma	S2
	Sillería a soga y tizón irregular	S3
	Sillería a soga y tizón regular	S4
	Sillería almohadilla a soga y tizón	S5
Tapial	Tapial de tierra	T1
	Tapial hormigonado	T2
	Tapial de calicanto	T3
	Tapial calicostrado	T4
	Tapial calicostrado de calicanto	T5
	Tapial real	T6
Ladrillo	Aparejo irregular	L1
	Aparejo regular a soga y tizón	L2
	Aparejo regular a soga	L3
	Aparejo regular a tizón	L4
Aparejo Mixto	Fábrica de machones de ladrillo con cajones de mampostería	AM1
	Fábrica de machones de ladrillo con cajones de tapial	AM2

Figura 4. Clasificación tipológica de aparejos constructivos empleada

otras del mismo tipo. La conservación es un factor especialmente determinante en el caso de los tipos de técnicas constructivas más habituales en la Alpujarra, la tapia y la mampostería. Esto se debe a que su caracterización depende en gran medida de su aparejo, ya que los materiales son mayoritariamente locales y no permiten su diferenciación. Por tanto, resulta necesario que se conserve un volumen considerable de dichas técnicas para poder identificarlas y diferenciarlas. En el caso de tapial, una conservación demasiado buena también puede ser problemática, ya que si conservan la cara resulta complejo poder identificarlos correctamente.

Las técnicas constructivas de la Alpujarra almeriense

Pese a que la problemática de la conservación de la mayoría de las fábricas de las fortalezas de la Alpujarra impide alcanzar el grado de caracterización que desearíamos para su correcto análisis, especialmente a lo que se refiere en la subtipologías dentro de cada una de las técnicas documentadas, se ha podido individualizar interesantes características sobre los aparejos de la Alpujarra almeriense[2]. Estos son especialmente útiles para nuestro trabajo por los datos de índole histórica y cronológica que nos aportan para una división tipológica.

Las dos principales familias de técnicas constructivas documentadas en la Alpujarra almeriense son las mamposterías y los tapiales (fig. 5). Al respecto de las primeras, emplean siempre materiales locales y no han sido retocadas previamente a su puesta en obra. Son ligeramente mayoritarias las mamposterías no concertadas, trabadas tanto con morteros de tierra, cal o yeso frente a las concertadas, que se documentan únicamente en tres *ḥuṣūn* de la muestra (Alcolea, Beires, Marchena). No se aprecian diferencias respecto a la utilización de morteros de cal y de yeso en estas fábricas, debiéndose probablemente la elección a la mayor disponibilidad de una u otra materia prima. Por su escasa presencia, destacan los restos de mampostería a espina de pez (M7) documentados en Alcolea y la última fase del castillejo de Ohanes (Rouco Collazo 2021, 596-625). Esta, seguramente ya postmedieval, presenta grandes lienzos de mampostería apoyándose contra las torres de tapia. Esta mampostería de lajas trabada con tierra presenta algunas hiladas en las que las lajas se colocan en diagonal, aunque no llegaría a ser propiamente un aparejo en espina de pez (fig. 6).

Las mamposterías son empleadas sobre todo en cimentaciones de estructuras de tapia, especialmente de las primeras fases de las fortificaciones (época emiral y califal) (Rouco Collazo 2021, 1110-1119) y en reparaciones de estructuras en fases posteriores. Entre este último tipo, destaca por su volumen la reparación del frente norte del castillejo de Guarros (fig. 7), realizado con mampostería no concertada (M3) trabada con mortero de yeso (Rouco Collazo et al. 2024).

Las distintas tipologías de mampostería se reparten de forma bastante homogénea por la Alpujarra almeriense. Sucede lo mismo en el caso de las tapias, en las que no se diferencian tendencias comarcales. El aparejo de los tapiales almerienses, en todos los casos en los que se ha podido determinar por una mejor conservación, está realizado con un encofrado corrido, sin diferencias entre las distintas subtipologías. En los escasos casos en los que se ha podido observar el alto del cajón, rondan los 80 cm, algo menos de dos codos *ma'muni*, similar a lo registrado en la Alpujarra granadina (Rouco Collazo y Martín Civantos 2022).

Comenzando con las tapias de tierra (T1) en la comarca almeriense, se trata del tipo de tapial con peor conservación por su rápida erosión una vez la capa externa se pierde. Aun así, las hemos documentado en tres fortificaciones. En el caso de Alcolea y Ohanes se han conservado en pie en ambas. En la última podría estar empleándose dentro de un aparejo mixto con mampostería, pero el poco alzado visible impide concretar si se trataría definitivamente del caso. En Guarros no tenemos ningún elemento de tapial de tierra en pie, pero el gran relleno de tierra en el recinto superior permite apuntar a que este sería el material constructivo que se levantaría sobre las cimentaciones de mampostería visibles todavía en el mismo (Rouco Collazo et al. 2024).

El tapial hormigonado (T2) aparece en un total de seis fortificaciones. Es habitual su uso en aljibes, como el de Alboloduy, los dos aljibes de Beires (fig. 8), las dos fases constructivas del aljibe de Guarros, y notablemente, todo el sistema de abastecimiento hidráulico de Marchena (fig. 9). Este tipo de tapia, aplicado a la construcción de aljibes, resulta de difícil adscripción cronológica por ser habitual su empleo por sus propiedades impermeables durante toda la etapa andalusí (Martín Civantos 2009a, Martín Civantos y Rouco Collazo 2021).

Pero en el caso almeriense resulta bastante interesante la abundancia de su utilización como parte constructiva principal sobre todo de torres, más habitual que en la parte granadina de la Alpujarra (Rouco Collazo y Martín Civantos 2022). Así, en el caso de Beires, su torre albarrana está realizada íntegramente en tapial hormigonado (fig. 10), al igual que la zarpa de cimentación de su gran torre principal o del homenaje, sobre la que se levanta un alzado de calicostrado (T4), y los restos caídos en la ladera sur (UE 77), que seguramente se correspondan con el cierre sur del recinto inferior de la fortaleza. En la fortaleza de Canjáyar, la mayor parte de los restos de sus lienzos están realizados con dos tipos distintos de tapial hormigonado, ambos de encofrado corrido (fig. 11). Por último, en Marchena se localiza este tipo de tapia en estructuras internas, de función indeterminada, y también en el destacable libro de Mahoma (fig. 12), una torre hueca de tapial hormigonado que se ubicaría en el recinto superior y que se encuentra actualmente derrumbada en la ladera de la fortaleza (Rouco Collazo 2021, 539-541). La cronología relativa proporcionada por la estratigrafía y los paralelos tipológicos para los hormigonados en cerca y torres nos sitúan siempre a partir del siglo XI (Gurriarán Daza y Sáez Rodríguez 2002; Gurriarán Daza 2021; Márquez Bueno y Gurriarán Daza 2008).

Figura 6. Aparejo en cuasi espina de pez del castillejo de Ohanes

Figura 5. Distribución de los aparejos por número de fortalezas

Figura 7. Recinto superior en mampostería del castillejo de Guarros

Figura 8. Detalle del aljibe del castillejo de Beires con tapial hormigonado

Por su parte, el tapial de calicanto (T3) es la subtipología de tapia presente en mayor número de fortificaciones, documentada en siete fortalezas de la Alpujarra almeriense. Esta subtipología, una derivación de la tapia hormigonada que integra mampuestos de gran tamaño con una mezcla dl mortero de cal para apisonarla y verter menos cal, está únicamente presente en estructuras hidráulicas en Marchena, en su gran alberca del recinto inferior y el aljibe CE 01 del recinto intermedio (Rouco Collazo 2021, 573-576). En el resto de los casos (Alboloduy, Beires, Canjáyar, Guarros, Laujar, Marchena y Ohanes) está presente en los lienzos de muralla y torres, destacando los casos de Ohanes y la alcazaba de Laujar de Andarax (fig. 13).

Resulta de gran interés que esta tipología esté presente en abundancia en la comarca de la Alpujarra almeriense, incluso con mayor profusión que en la granadina (Rouco Collazo y Martín Civantos 2022). En esta, el surgimiento de esta técnica está estrechamente relacionado con la dinastía zirí, que la emplea con profusión en distintas obras, especialmente en fortificaciones (Martín Civantos 2008, 2009b; Rouco Collazo, Martín Civantos y Benavides López 2018, 2021) En el caso de Almería, todavía queda mucho por estudiar en esta región, pero las cronologías relativas para el caso alpujarreño también apuntan a origen a partir del siglo XI y su utilización previa a tapiales calicostrados (T4), mejor datados en su inicio para época almohade (Martín García 2009).

La última subtipología de tapia con cierta difusión en la Alpujarra almeriense es la calicostrada (T4), presente en cinco de sus fortificaciones con varias fábricas diferentes. En este caso, dadas sus características con un núcleo compuesto por tierra apisonada con muy poca cal, no se ha empleado ligado a estructuras hidráulicas. Así, se emplea para cercas, como en el notable caso de Marchena, Guarros o Laujar de Andarax. Pero sobre todo lo documentamos en torres, como la torre principal de Beires (fig. 14), Ohanes o las del flanco este de la alcazaba de Laujar. La secuencia estratigráfica de todas estas fortificaciones y los paralelos tipológicos confirman que se trata de un tipo de tapia que aparece en época almohade y se mantiene vigente durante el sultanato nazarí hasta su final definitivo (Martín Civantos y Rouco Collazo 2021).

El último tipo de tapia se corresponde con una variante del calicostrado, el calicostrado de calicanto (T5), que incluyen grandes mampuestos en el núcleo de tierra del mismo. Únicamente se ha documentado en la torre sudoriental de Ohanes, sin conexión estratigráfica con otras estructuras medievales, por lo que

Figura 9. Tramo de acequia del castillejo de Marchena

Figura 10. Restos de la torre albarrana del castillejo de Beires

Figura 11. Tapial hormigonado en los lienzos del castillejo de Canjáyar

únicamente podemos presuponerle una cronología similar a la de la tapia calicostrada.

Discusión y conclusiones

Como vemos, las principales técnicas constructivas que se han documentado en los *ḥuṣūn* de la Alpujarra almeriense son distintos tipos de fábrica de mampostería y de tapiales, al igual que sucede en la vertiente granadina de la comarca (Rouco Collazo and Martín Civantos 2022, 1038-1041). La distribución de las técnicas es bastante homogénea, por lo que no se observa ninguna tendencia espacial en las fortalezas analizadas ni tampoco en lo que respecta a la zona granadina. Por tanto, la Alpujarra Alta a nivel constructivo se presenta homogénea.

Figura 12. Restos de la torre conocida como Libro de Mahoma en Marchena

Figura 13. Torre occidental de la alcazaba de Laujar de Andarax

Respecto a la cronología de los distintos aparejos, la larga ocupación de las fortalezas (fig. 15), rondando a menudo los cinco siglos de historia y llegando excepcionalmente a los siete como en el caso de Marchena, resulta en una amplia horquilla constructiva (Rouco Collazo 2021, 1067-1077).

El análisis de las secuencias constructivas en conjunción con el estudio de la cerámica superficial y la escasa información que proporcionan las fuentes históricas permiten, por un lado, confirmar que la cronotipología de los tapiales de Granada propuesta por J.Mª Martín (2009a) también se sostiene en esta zona limítrofe de la provincia de Almería. Por otro, obtener una secuencia evolutiva de las técnicas y las fortificaciones a lo largo de la etapa andalusí.

Figura 14. Torre principal de Beires

Así, se ha determinado que la práctica totalidad de las fortificaciones de la Alpujarra almeriense, con excepción de Ohanes de la que no disponemos de suficientes datos aunque probablemente se comporte como el resto de *ḥuṣūn*, tienen su primera fase en época emiral, entre los siglos VIII y IX (Rouco Collazo 2021, 1067-1077). En este contexto de conflicto interno, la *fitna*, las primeras fases constructivas de las fortalezas, en aquellas en las que se han conservado, están realizados con mamposterías trabadas con mortero de cal, yeso o simplemente de tierra. Estos aparejos pueden estar o no concertados. Los materiales empleados son de extracción local, sin retoque alguno, y seguramente sobre ellas se levantasen tapias de tierra, como atestiguan los casos de Alcolea (Rouco Collazo 2021, 258-267) o Guarros (Rouco Collazo et al. 2024). Estos son recintos simples, aprovechando la orografía de la montaña para sus defensas y cuenta con muy pocas o ninguna torre. Los escasos accesos que se han documentado son de acceso directo.

Desde el siglo XI se documentan reformas en las fortificaciones de la Alpujarra almeriense, ya en tapia, en un momento en el que comienza a construirse profusamente con fábricas encofradas para la arquitectura defensiva en todo al-Andalus (Gurriarán Daza 2021; Martín Civantos y Rouco Collazo 2021). Así, en este momento aparecen tapias de calicanto, al igual que en el caso de la Alpujarra granadina y todo el ámbito de influencia del reino zirí (Martín Civantos 2008). Esto nos lleva a plantear la necesidad de un estudio más detallado de este tipo de tapial más allá del reino zirí de Granada, donde su cronología está mejor anclada. Estas tapias requieren de una gran cantidad de cal, que le proporciona a su hormigón una gran dureza, lo que supone un coste mucho mayor que el de los tapiales de tierra. Quizás de este momento sean ya también los tapiales hormigonados empleados en algunas torres y cercas.

Pero el principal momento de reforma en los *ḥuṣūn* almerienses se verá sobre todo a partir de la etapa almorávide y almohade y hasta las primeras

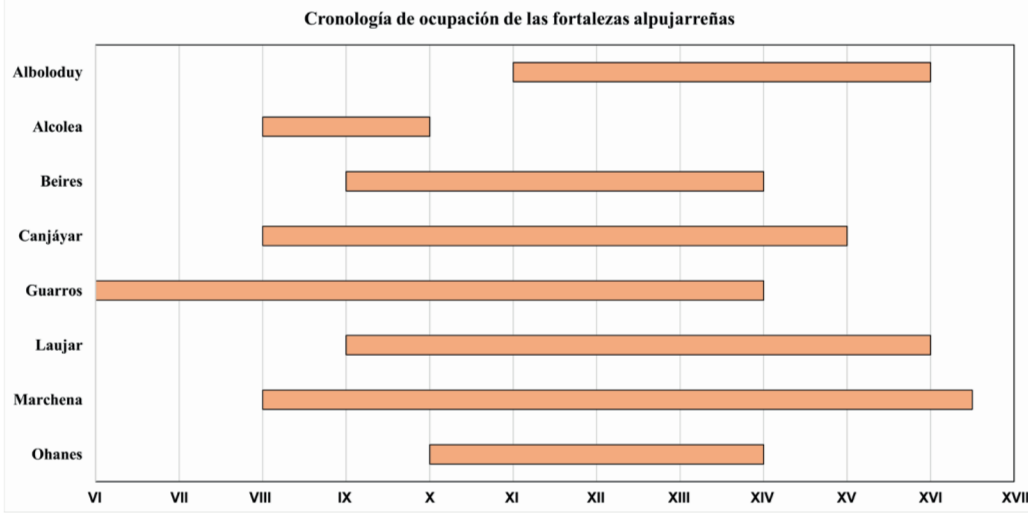


Figura 15. Cronologías de ocupación de las fortalezas de la Alpujarra

décadas del sultanato nazarí. En esta fase las tapias siguen siendo las protagonistas, tanto hormigonadas como sobre todo calicostradas. Estas son empleadas tanto en murallas como en torres, y destacando la construcción de grandes torres habitables, a modo de torres del homenaje, entre las que destaca la de Beires (Rouco Collazo 2021, 268-312).

La mampostería no desaparece del todo de las fortalezas almerienses durante las fases dominadas por el tapial. Sigue siendo empleada en cimentaciones y en numerosas reparaciones puntuales, como las documentadas en Beires. Pero destaca por su excepcionalidad, la última fase del recinto superior de Marchena. Esta, realizada enteramente en mampostería y con una planta rectangular con torres circulares en los ángulos y una torre del homenaje también circular, pertenecería ya al momento de ocupación cristiana, siendo erigida a inicios del siglo XVI por don Gutierre de Cárdenas (Rouco Collazo 2021, 587-590).

Además de las técnicas constructivas analizadas, también resulta de interés destacar las ausencias presentes en el registro. Así, no hay ningún tipo de aparejo de sillería y ni siquiera de ladrillo empleado en las fortificaciones de la Alpujarra almeriense. En el caso de la sillería, su inexistencia podría extrañar dado que es habitual en fortalezas y otras obras monumentales promovidas por los poderes estatales de al-Andalus, especialmente en esta época (Martín Civantos y Rouco Collazo 2021; Gurriarán Daza 2021, 2018; Azuar Ruiz 2005). El ciclo de trabajo de la cantería, no obstante, no aparece en la Alpujarra hasta la realización de las iglesias a partir del siglo XVI.

En el caso del ladrillo y otros elementos constructivos cerámicos, como las tejas, su empleo también es muy escaso en la construcción tradicional doméstica de la Alpujarra, siendo las techumbres planas con launa. Así pues, todas las técnicas empleadas son de albañilería y de uso tradicional en la arquitectura doméstica de la Alpujarra (Delaigue 1991). Parece probable, pues, que buena parte de la mano de obra de la construcción de las fortalezas, junto con los materiales, fuese local, especialmente para las mamposterías y las tapias menos complejas técnicamente. Mayor dificultad tendrá la erección de las grandes cercas y torres con tapias hormigonadas, de calicanto y calicostrado de las fases constructivas de los *husun* desde el siglo XII, tanto por su gran volumen de cal en los morteros como por los sistemas de sujeción más complejos de los encofrados (Gurriarán Daza 2021, 153-156).

Este estudio de las técnicas constructivas presentes en las fortificaciones de la Alpujarra almeriense nos permite obtener además datos de gran interés histórico y social, sobre quiénes fueron los constructores de los *ḥuṣūn*, que supone un debate habitual en la historia y arqueología andalusí sobre la agencia de la población local y del Estado (Azuar Ruiz 1982; Bazzana, Cressier y Guichard 1988, Cressier 2022).

Así, las primeras fases de las fortalezas, construidas con técnicas y morfología simples (recintos adaptados a la orografía con mamposterías y tapias de tierra) en el contexto de la *fitna* emiral, apuntan a su construcción por parte de los grupos locales. En estos se incluyen tanto población recién llegada como la población de origen hispanovisigoda. Las técnicas constructivas no muestran una diferencia entre unos y otros en el caso almeriense, y por las fuentes escritas solo conocemos que buena parte de la Alpujarra estaría en el bando hafsuní, rebelado contra los Omeya (Ibn Ḥayyān 1981, 62). Únicamente de Marchena sabemos que estaba bajo el dominio de los marinos de Pechina, aliados de Córdoba desde mediados del IX (López Martínez de Marigorta 2020, 129-149).

En época califal toda la Alpujarra estaba ya bajo control estatal (Sánchez Martínez 1976), aunque no se aprecie ninguna técnica constructiva propia de esta etapa. Únicamente a partir de época taifa, y aumentando desde época almorávide y almohade, se hace patente un mayor impulso estatal en las reformas de las fortificaciones y una mayor penetración del Estado en el mundo rural a través de las complejas tapias que hemos descrito.

En conclusión, el estudio diacrónico de las técnicas constructivas resulta fundamental para aumentar nuestros conocimientos sobre edilicia y poliorcética andalusí, pero también nos aporta interesante datos sociales y políticos sobre la estructuración y evolución del paisaje rural andalusí. Resulta, por tanto, una interesante vía de investigación a seguir, profundizando en su caracterización y ampliando a otras comarcas geográficas.

Notas

1. El aparato gráfico en color y a mayor resolución puede consultarse junto con material complementario, incluidas plantas de las fortificaciones analizadas y mapas de dispersión de las técnicas constructivas, en https://doi.org/10.5281/zenodo.17392534
2. Para el análisis estratigráfico de los restos murarios y una discusión pormenorizada de las cronologías, véase J. Rouco (2021).

Lista de referencias

Azuar Ruiz, R. 1982. Una interpretación del hisn musulmán en el ámbito rural. *Revista del Instituto de Estudios Alicantinos* 37: 33-41.

Azuar Ruiz, R. 2005. Las técnicas constructivas en la formación de al-Ándalus. *Arqueología de la Arquitectura* 4: 149-160.

Bazzana, A., Cressier, P. y P. Guichard. 1988. *Les châteaux ruraux d'al-Andalus. Histoire et archéologie des husun du sud-est de l'Espagne*. Madrid: Casa de Velázquez.

Bazzana, A., y P. Guichard. 1987. La construction en terre dans l'Espagne musulmane: les tabiyas. En *Le patrimoine européen construit en terre et sa réhabilitation. Colloque international (1987)*, 99-119. Villeurbane: ENTPE.

Benavides López, J. A., Martín Civantos, J. Mª. y J. Rouco Collazo. 2020. Levantamiento arquitectónico y análisis arqueológico del castillo de Píñar como punto de partida para su conservación. *Virtual Archaeology Review* no. 11 (22): 95-115.

Cressier, P. 1984. Le château et la division territoriale dans l'Alpujarra médievale: du hisn à la ta'a. *Mélanges de la Casa de Velázquez* 20: 115-144.

Cressier, P. 1992. El castillo y la división medieval de la Alpujarra: del hisn a la ta'a. En *Estudios de arqueología medieval en Almería*, editado por P. Cressier, 7-48. Almería: Instituto de Estudios Almeriense.

Cressier, P. 2022. Castillos y fortalezas de Al-Andalus: observaciones historiográficas y preguntas pendientes. *Vínculos de Historia* 11: 116-140.

Delaigue, M-C. 1991. L'habitat rural d'Andalousie orientale: quelle tradition? *Mélanges de la Casa de Velázquez* 27 (1): 101-125.

Gurriarán Daza, P. 2004. Hacia una construcción del poder. Las prácticas edilicias en la periferia andalusí durante el Califato. *Cuadernos de Madīnat al-Zahrā'* 5: 291-325.

Gurriarán Daza, P. 2008. Una arquitectura para el califato: Poder y construcción en al-Ándalus durante el siglo X. *Anales de Arqueología Cordobesa* 19: 261-276.

Gurriarán Daza, P. 2018. *La arquitectura del poder en la frontera sur de al-Andalus durante el califato de Córdoba*. Universidad de Sevilla.

Gurriarán Daza, P. 2021. Cambio y ruptura en la arquitectura monumental durante el siglo XI: de la cantería al tapial. En *El coste de la construcción medieval. Materiales, recursos y sistemas constructivos para la petrificación del paisaje entre los siglos XI y XIII*, editado por R. Maira Vidal y A. Rodríguez, 143-163. Madrid: Instituto de Historia, Instituto Juan de Herrera.

Gurriarán Daza, P. y Á. J. Sáez Rodríguez. 2002. Tapial o fábricas encofradas en recintos urbanos andalusíes. En *Actas del II Congreso Internacional "La ciudad en al-Andalus y el Magreb" (Algeciras, noviembre 1999)*, 561-625. Granada: El Legado Andalusí.

Ibn Ḥayyān 1981. *Crónica del califa 'Abdarrahman III an Nasir entre los años 912 y 942 (al-Muqtabis V)*. Zaragoza: Anubar.

López Martínez de Marigorta, E. 2020. *Mercaderes, Artesanos y Ulemas. Las Ciudades de las Coras de Ilbira y Pechina en Época Omeya* Jaén: Universidad de Jaén.

Márquez Bueno, S. y P. Gurriarán Daza. 2008. Recursos formales y constructivos en la arquitectura militar almohade de al-Andalus. *Arqueología de la Arquitectura* 5: 115-134.

Martín Civantos, J. Mª. 2008. El tapial de cal y cantos: una técnica constructiva de Época Zirí (s. XI). En *A ocupaçao islâmica da Península Ibérica : actas do IV congresso de arqueologia peninsular (Faro, 14 a 19 de Setembro de 2004)*, editado por N. Ferreira Bicho, 125-138. Faro: Universidade do Algarve.

Martín Civantos, J. Mª. 2009a. Ensayo de sistematización de las técnicas constructivas andalusíes de la provincia de Granada. En *Arqueologia medieval. La transformació de la frontera medieval musulmana*, editado por F. Sabaté y J. Brufal, 119-151. Lleida: Pagès editors.

Martín Civantos, J. Mª. 2009b. Sistematización y datación de las técnicas constructivas andalusíes en el territorio de Ilbira-Granada: el caso del tapial de cal y cantos. En *Construir en al-Ándalus*, editado por Á. Suárez Márquez, 205-231. Almería: Consejería de Cultura.

Martín Civantos, J. Mª y J. Rouco Collazo. 2021. De la piedra a la tierra. Otras concepciones y otras formas de construir en al-Andalus. *Archeologia dell'Architettura* 26: 219-231.

Martín Civantos, J. Mª, Rouco Collazo. J., Abellán Santisteban, J., Ramos Rodríguez, B., Sánchez García, A., Martos Rosillo, S. y A. González Ramón. 2022. Singular Cultural Landscapes of Sierra Nevada. En *The Landscape of Sierra Nevada: A Unique Laboratory of Global processes*, editado por R. Zamora y M. Oliva, 31-49. Londres: Springer Nature.

Martín García, M. 2009. La construcción del tapial calicastrado en época nazarí. *V Convención técnica y tecnológica de la arquitectura técnica*.

Parenti, R. 1988. Sulle possibilità di datazione e di classificazione delle murature. En *Archeologia e restauro dei*

monumenti, editado por R. Francovich y R. Parenti, 280-304. Firenze: All'Insegna del Giglio.

Rodríguez Bulnes, J. Mª, Benavides López, J.A., Romero Pellitero, P., Martín Civantos, J. Mª y J. Rouco Collazo. 2022. The documentation of archaeological heritage through aerial photogrammetry and UAS-based LiDAR: the case study of the Espique valley (La Peza, Granada, Spain). *Disegnarecon* 15 (29): 12.1-12.10.

Rouco Collazo, J. 2021. *Las fortificaciones medievales de la Alpujarra Alta desde la Arqueología de la Arquitectura y del Paisaje*, Universidad de Granada, Granada.

Rouco Collazo, J., Abellán Santisteban, J., Martínez Carrillo, C. y J. Mª Martín Civantos. 2024. La fortaleza de Guarros (Paterna del Río, Almería): evolución constructiva y producción metalúrgica en la Alpujarra medieval. *Arqueología y Territorio Medieval* 31: e8639.

Rouco Collazo, J. y J.A. Benavides López. 2023. La fotogrametría SfM mediante UAS para la documentación de las fortificaciones de la Alpujarra (Granada y Almería, España). En *Defensive architecture of the Mediterranean*, editado por Marco Giorgio Bevilacqua y Denise Ulivieri, 1139-1146. Pisa: Università degli Studi di Pisa, Universidad Politécnica de Valencia.

Rouco Collazo, J. y J. Mª Martín Civantos. 2022. Las técnicas constructivas de las fortificaciones medievales de la Alpujarra granadina (siglos VIII-XV). En *XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Historia de la Construcción*, editado por P. Plasencia-Lozano, A. Rodríguez García, R. Hernando de la Cuerda y S. Huerta, 1035-1043. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Rouco Collazo, J., Martín Civantos, J. Mª y J.A. Benavides López. 2018. Análisis arqueológico de la torre-puerta de la alcazaba de Guadix (Granada). *Arqueología de la Arquitectura* 15: e072.

Rouco Collazo, J., Martín Civantos, J.A. y J.A. Benavides López. 2021. Building Archaeology of the Alcazaba of Guadix (Granada, Spain): An Example of Implanting Power in the Urban Centres of Al-Andalus. *International Journal of Architectural Heritage* 15 (11): 1685-1706.

Sánchez Martínez, M. 1976. La cora de Ilbira (Granada y Almería) en los siglos X y XI, según Al-'Udri (1003-1085). *Cuadernos de Historia del Islam* 7: 5-82.

Trillo San José, C. 1998. *La Alpujarra antes y después de la conquista castellana*. Granada: Universidad de Granada.

La edificación singular a principios del siglo XX en España. Aportaciones de Valentín Vallhonrat y Gómez

Jacinto Ruiz Carmona
Juan Rey-Rey
Antonio Manuel Bueno Bleda

A finales del siglo XIX, la irrupción del hormigón armado como material común en la construcción de estructuras, supone un cambio sustancial en la forma tanto de proyectar como de construir. En un principio, la construcción en hormigón se rige por la utilización de diferentes patentes, así pues, son las propias constructoras, que tienen la propiedad o el permiso de uso de las patentes, las que acometen el diseño estructural y ejecución (Domouso 2015). A partir del inicio del siglo XX se van liberalizando progresivamente las patentes y se estandarizan los métodos de cálculo. Este proceso se desarrolla de forma lenta en unos 40 años y acaba con la publicación de la primera norma española de hormigón armado, que se redacta en 1939. Así pues, en las primeras décadas del siglo XX se produce la introducción generalizada del uso del hormigón armado en la construcción por parte de los arquitectos e ingenieros. En todo caso, el proyecto de la estructura sigue realizándose por las empresas constructoras especializadas, que podían asumir los seguros, dado que no existía una regulación legal y que, por otra, tenían la formación técnica para afrontar su diseño (Burgos 2009; Páez 1956; Peña 1953; Bassegoda 1987). Otro factor importante, en el desarrollo de la construcción con hormigón a principios del siglo XX, fue el crecimiento de una industria cementera muy importante, lo que permitió que las estructuras de hormigón fueran competitivas frente a las metálicas, madera o fábrica (Sagarna 2010).

En este contexto, aparece el Ingeniero de Minas Valentín Vallhonrat y Gómez que, en el ámbito de la edificación, puede ser considerado el primer ingeniero y constructor especializado en edificios en altura y estructuras singulares de edificación en hormigón armado en España. A través de su empresa, Valentín Vallhonrat S.A., colabora en los proyectos y en la ejecución, tanto en edificación como en obra civil, de importantes obras de esa época. La actividad en la empresa comienza en 1914, decae con el inicio de la década de 1930 y cesa definitivamente en 1950.

La figura de Valentín Vallhonrat ha sido objeto de diferentes trabajos en los últimos años (Alonso 2013; Puche Orche 2006; Carmona Rey-Rey 2018; Maza 2019), lo que pone de manifiesto su transcendencia e interés que ha despertado. Su visión, aunando la perspectiva del constructor y del ingeniero estructural, propició la ejecución de obras tan notables, en hormigón armado, como, aparte de las citadas anteriormente, el edificio del Banco Pastor en A Coruña, las naves para Babcock & Wilcox, S.A en Bilbao, el cine Callao en Madrid y la Serrería Belga en Madrid.

Vallhonrat proponía sistemas novedosos de producción y puesta en obra, con soluciones constructivas que mejoraban las que se venían realizando, sorprendiendo con los rendimientos que se alcanzaban en sus obras. Sirva como ejemplo de su interés en innovar, el desarrollo de algunas de las primeras patentes para la ejecución de forjados con cielo raso plano (elemento característico de la ejecución de forjados

Jacinto Ruiz Carmona – Universidad Politécnica de Madrid / Mecanismo Ingeniería; Juan Rey-Rey – Universidad de A Coruña / Mecanismo Ingeniería; Antonio Manuel Bueno Bleda – Mecanismo Ingeniería

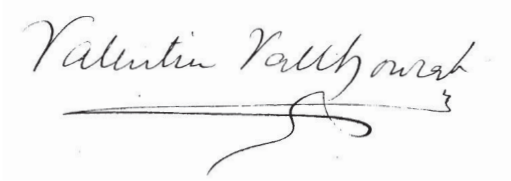


Figura 1. Firma de Valentín Vallhonrat (Vallhonrat 1906)

en España), el uso de hormigón bombeado o la ejecución de las primeras embarcaciones (gabarras), en hormigón armado. Así pues, podemos considerar que la influencia de Valentín Vallhonrat en el diseño de estructuras de edificación en hormigón armado sigue todavía vigente.

En el presente trabajo se repasa su biografía a través de los principales proyectos de edificación en los que estuvo involucrado, haciendo hincapié en aquellos que tuvieron una transcendencia especial para su empresa o han supuesto aportaciones destacadas a la construcción y arquitectura en hormigón. De esta forma se pretende establecer una perspectiva de su evolución y su legado, reivindicando una figura que ha pasado injustamente desapercibida.

Orígenes y primeros años (1884-1922)

Valentín Vallhonrat nace el 4 de septiembre de 1884 en Almodóvar del Campo, en la provincia de Ciudad Real (Partida bautismo 1884). Estudia Ingeniería de Minas en Madrid, donde concluye como número 1 de la LXXXII promoción de Ingenieros de Minas, en el año 1906 (II Centenario de la Escuela de Minas de España 1977; Vallhonrat 1906). Su firma se muestra en la Figura 1.

Finalizados sus estudios, ingresa en 1906 en la Sociedad Hidroeléctrica Ibérica (después Hidroeléctrica Española y actualmente Iberdrola), especializándose en construcciones de hormigón armado y obras hidráulicas. Simultáneamente, comienza a negociar con la compra de concesiones de saltos eléctricos, lo cual le genera beneficios con los que posteriormente podrá afrontar la formación de su propia empresa de construcción (Carmona Rey-Rey 2018).

En 1914, funda, conjuntamente con Alberto Corral, Antonio de Eguidazu, Carlos Prado, Carmelo Castrillo y José Araluce, la empresa Sociedad de Estudios y Construcciones de Ingeniería con sede en Bilbao. La dirección técnica de la empresa la llevan Valentín Vallhonrat y Carmelo Castrillo (Madrid Científico 1914). En el objeto de la empresa quedan claras las pretensiones de los socios: Estudio y redacción de los proyectos, con vistas a la ejecución de estos, bien por cuenta propia o por un tercero, de todas las ramas de la ingeniería, y especialmente de obras hidráulicas y de hormigón armado (La Construcción Moderna 1918).

En esta época, Vallhonrat colabora con Carmelo Castrillo, que, aparte de la ya citada empresa, fundó otra denominada "Sociedad de Construcciones Navales de Hormigón Armado". Juntos diseñan y construyen la primera gabarra de hormigón armado construida en España. De nombre Catalina (rebautizada "Urrutia nº 1"), disponía de 17 m de eslora, 5,5 de manga y 2,25 de puntal; (Villar 1998). Esta gabarra fue botada y entregada antes incluso de la constitución formal de la mencionada Sociedad. La iniciativa nos da una idea del carácter emprendedor e innovador en el ámbito del hormigón armado de Valentín.

En estos años, también comienza a participar en proyectos de construcción de edificación industrial como los talleres y muelles para la Sociedad Española de construcción Naval en Sestao, ejecutada en 1916 (La Construcción Moderna 1916). De todo el complejo, destacaba la denominada sala de gálibos, véase la Figura 2, cuya cubierta, con 20 metros de luz, se resolvía con cerchas de hormigón armado. Estas cerchas fueron las de mayor luz en España hasta esa fecha construidas en hormigón armado. Asimismo, y según las referencias de esa época (La Construcción Moderna 1920), llamaba la atención que "A pesar de su carácter industrial, la Sociedad Constructora se ha preocupado de la estética en este edificio y en los similares que construye, consiguiendo un agradable aspecto, con sólo acusar en el exterior los elementos resistentes en hormigón armado debidamente proporcionados y hacer variar el tono de los enlucidos de estos elementos y de los entrepaños de las fachadas".

Las cimentaciones de estos edificios están formadas por unas zapatas corridas continuas, con cuya disposición fue posible hacer una cimentación a una profundidad inferior a un metro, a pesar de estar constituido el terreno de apoyo por un relleno de una antigua marisma. Esta cimentación se considera uno de los primeros ejemplos de uso de hormigón armado en cimentaciones flexibles en edificación en España.

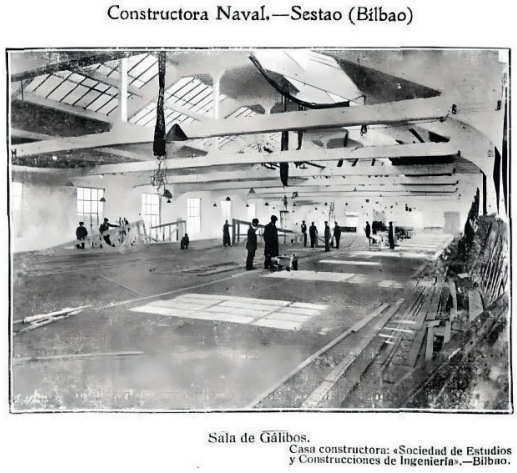


Figura 2. Sala de Gálibos. Naval en Sestao (La Construcción Moderna 1920)

Con una amplia experiencia acumulada afronta la que se considera como su primera gran obra, la fábrica de bienes de equipo Babcock & Wilcox, S.A. sita también en Sestao (Madrid científico 1918). La fábrica, construida en 1917, ocupaba una superficie de 35.000 metros cuadrados y constaba inicialmente de tres pabellones independientes, dispuestos en paralelo y un edificio de oficinas. El primero era un pequeño edificio rectangular para taller de modelos y fundición de bronce, diseñado por los ingenieros D. José y D. Eduardo Anduiza. El segundo, con 10 naves estaba destinado a la fundición de hierro y construcción de grúas, locomotoras y calderas, se ejecutó en estructura metálica. Separado del anterior y dedicado a la fabricación de tubos de acero estirado, se construyó otro grupo de cuatro naves con las mismas medidas de 100 x 20 m en hormigón.

La construcción fue encargada a la Sociedad Anónima de Estudios y Obras de Ingeniería, bajo la dirección del ingeniero Valentín Vallhonrat, con un presupuesto de 2.350.000 pesetas. La obra se concluyó entre los años 1920 y 1921. El edificio inauguraba en España la aplicación del hormigón armado a los talleres industriales de grandes proporciones. Cada vertiente de la cubierta tenía dos amplias claraboyas a todo lo largo de la nave, dispuestas para recibir la luz cenital y, en el mismo sentido, dos largas persianas para ventilación. Las fachadas estaban compuestas por pilares y riostras de hormigón armado con entrepaños de ladrillo, en los que se ubicaban las ventanas. Este proyecto es uno de los ejemplos más relevantes de la premodernidad española y europea, guardando un cierto paralelismo con proyectos como la fábrica de turbinas para A.E.G. de Peter Behrens (1908- 1916) (Patrimonio industrial en el País Vasco 2012).

El uso del hormigón es brillante en el diseño de los grandes espacios de trabajo de planta libre. Las dimensiones de las naves son colosales: 18,5 metros de alto, 20 de ancho y 100 de largo, véase la Figura 3. Resuelve satisfactoriamente el diseño de las cimentaciones en un terreno fangoso y con altas sobrecargas, generadas por el uso industrial, basándose en el conocimiento adquirido en el cercano proyecto de la Naval de Sestao. Esta experiencia en cimentaciones complejas le abriría la puerta en otros importantes proyectos de edificación.

Vista interior de las naves de fabricación de tubos de acero estirado, en la fábrica de Babcock & Wilcox. En el periodo que va desde 1914 a 1921 también ejecuta la reforma del teatro Arriaga tras el in-

Figura 3. Vista interior de las naves de fabricación de tubos de acero estirado, en la fábrica de Babcock & Wilcox. Año 1927 (Patrimonio industrial en el País Vasco 2012)

cendio que sufrió en 1914; construye y diseña la fábrica de cemento para la Sociedad Anónima Zurriena en 1915 con un presupuesto de 1.200.000 pesetas; la estructura del hotel Carlton de Bilbao en 1919 del arquitecto D. Manuel María Smith por 1.700.000 pesetas; y la reforma del teatro Albia también en Bilbao con el arquitecto D. Pedro Asúa por 350.000 pesetas; la plaza de toros de la Manzanera en Logroño, o los almacenes para el Consorcio del Depósito Franco en Bilbao por 700.000 pesetas; y los Talleres y muelles en Sestao y Ferrol, para la Comisión Inspectora de Marina, de la Sociedad Española de Construcción Naval, por 1.500.000 pesetas. En el ámbito de la obra civil, destacan los viaductos ferrocarriles mineros sobre el Nervión, en Bilbao, proyectados para D. Joaquín de Arisqueta por D. Luis Núñez, por 400.000 pesetas.

También construyó la tubería de hormigón armado para la traída de aguas a Bilbao con el Ingeniero D. Estanislao de Herrán, del Ayuntamiento de Bilbao, por 525.000 pesetas, y el acueducto en el salto de dos aguas (Cortes de Pallás) sobre el Júcar, en Valencia con 43 m de luz y sito a 50 m de altura, por 600.000 pesetas (Crónica e Información; Alfaro 1924).

En 1921 la empresa pasa a llamarse Valentín Vallhonrat S.A. Estudios y Construcciones de Ingeniería (La Ilustración Universal 1925), nombre que tendría hasta su disolución. Valentín queda como administrador único.

El edificio del Banco Pastor en A Coruña (1920-1922)

El diseño y ejecución de la estructura del edificio del Banco Pastor en A Coruña supuso un salto en su trayectoria como ingeniero y constructor, y fue el inicio de una fructífera colaboración con parte de los arquitectos más importantes del país (La Construcción Moderna 1921; La Construcción Moderna 1923; Arquitectura 1922; La Construccion en La Coruña 1927; Soraluce 1994), por lo que merece un apartado propio debido a la transcendencia que tuvo para empresa y el mismo.

El edificio fue diseñado por los arquitectos D. Antonio Tenreiro y D. Peregrín Estellés. Con una altura de casi 40 metros distribuidos en 10 plantas y un sótano, es considerado el primer rascacielos ejecutado en España. Fue durante 7 años el edificio de oficinas más alto del país, hasta que en 1929 perdió este título, tras la construcción de la sede de Telefónica en la Gran Vía de Madrid, la cual contaba con 81 metros de altura. La estructura del banco Pastor se ejecutó en hormigón armado, mientras que la del edificio de telefónica es de estructura metálica.

La decisión de confiar la ejecución y diseño estructural a la empresa Valentín Vallhonrat S.A, vino dada por la experiencia que había adquirido ésta en la ejecución de cimentaciones en terrenos blandos y con agua. En el caso particular del edificio del Banco Pastor, la difícil situación del edificio, prácticamente al lado del mar y con un terreno sobre fangos y arenas, propició que los arquitectos buscaran a una empresa especializada en cimentaciones especiales, encontrando en Valentín Vallhonrat al mejor especialista en ese momento en este tipo de obras.

La importancia de esta obra para la empresa queda patente en los anuncios publicados por Valentín Vallhonrat S.A. en las revistas de construcción en la década de 1920 (Figura 4). Varios años después de concluida su ejecución, la imagen del edificio del Banco Pastor seguía siendo la que incluía la sociedad en sus anuncios (Arquitectura 1929).

Figura 4. Banco Pastor. Anuncio (Arquitectura 1929)

Figura 5. Construcción de forjados del edificio del Banco Pastor (La Construcción Moderna 1921)

Se invirtieron en la ejecución de la estructura ocho meses, dos de los cuales fueron dedicados a las cimentaciones cuya profundidad media es de 7 metros, alcanzando una profundidad máxima de 13m. El resto de las plantas se ejecutaron en 6 meses, con un rendimiento medio de una planta cada 2,5 semanas. En la Figura 5 se muestra la ejecución de los forjados. El rendimiento en la ejecución nos da una idea del interés de Valentín por establecer métodos de trabajo que optimizasen recursos.

Periodo 1922-1928

En 1922 la empresa se traslada al edifico sito en la Plaza de la Lealtad 3 de Madrid, debido a la cantidad de obras que surgieron en la capital, dejando, en cualquier caso, una sucursal en Bilbao (Ingeniería 1923). En este período de tiempo comienza una interesante e intensa etapa con el desarrollo de importantes proyectos, favorecido por la promoción de grandes obras acontecida durante la dictadura de Primo de Rivera. D. Valentín Vallhonrat figura como gerente de la Sociedad, como arquitecto D. José María Arribas, y como ingenieros, D. José Mayo, D. Santiago Vallhonrat (hermano de Valentín) y D. Ricardo Astorquia (La Acción 1923). En la dirección de la empresa aúna un equipo multidisciplinar con el que afronta los retos técnicos de los proyectos que desarrolla.

En Madrid, en el ámbito de la edificación, destacan la ejecución y diseño de las estructuras de hormigón armado de los siguientes proyectos (Alfaro 1924): obras de ampliación de la Fábrica de la Moncloa, dirigida por el arquitecto D. Amos Salvador, propiedad de la Sociedad anónima Perfumería Gal, que se ejecutó por valor de 1.300.000 pesetas; el Savoy Hotel, en el paseo del Prado 26, de los arquitectos D. Luis Sáinz de los Terreros y de D. Antonio Alesanco por 250.000 pesetas (La Acción 1923, La Construcción Moderna 1923); almacenes y viviendas en General Díaz de Porlier, 35, de los arquitectos D. Manuel Soler y D. Manuel López y por 250.000 pesetas; Cinema El Cisne en la plaza de Chamberí, diseñado por D. Teodoro de Anasagasti por 100.000 pesetas (La Construcción Moderna 1923); almacenes en Pacífico para D. Crótido Simón, proyecto consistente en una nave de 60 m por 22 m de hormigón armado, cubiertos por teja plana, en la que entraban los vagones de la línea de M. Z. y A, proyecto del arquitecto Luis Sanz de los Terreros por 390.000 pesetas (La Construcción Moderna 1923); depósitos y tubería en el paseo de los Melancólicos, por D. Manuel Querejeta, de la Sociedad Anónima Hidroeléctrica Española, y por 250.000 pesetas; Almacenes en la calle de Atocha, 153 y 155, para D. Manuel Álvarez Naya, de la Sociedad Belga Pinares del Paular (Figura 6), por 400.000 pesetas, (señalamos que este edificio fue rehabilitado recientemente por el estudio de

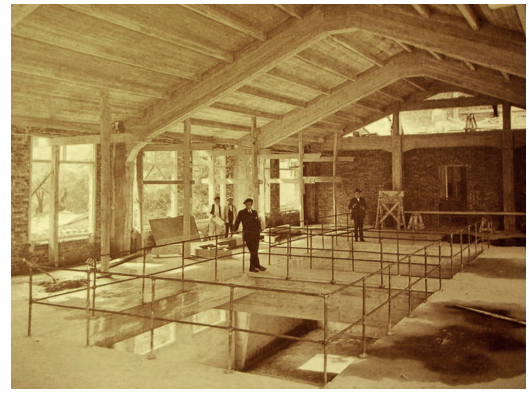


Figura 6. Vista del interior de la Serrería Belga (Madrid) durante su ejecución

arquitectura Langarita - Navarro (Rey-Rey, Vegas y Carmona 2017), siendo el estado de conservación de la estructura bueno y no necesitando refuerzos generalizados) y unas casas de vecindad en las calles de Torrijos y Juan Bravo, de D. J. María Rivas Eulate, por pesetas 700.000 pesetas (Rivas 1926).

También participa en la ejecución de la estructura del cine Callao de Luis Gutiérrez Soto y con el arquitecto D. Modesto López Oter0 en las obras del Hotel Nacional, en la esquina entre el Paseo del Prado y la calle Atocha (véase la Figura 7), y el hotel Gran Vía; ambos edificios pueden ser admirados actualmente (La Construcción Moderna 1925). En A Coruña construye la casa Barrié con los arquitectos D. Antonio Tenreiro y D. Peregrín Estellés, con los que ya anteriormente acometió la obra del edificio del Banco Pastor (Arquitectura 1922). En el terreno de la obra industrial, realizó con diseño propio, la Pasarela y silos para coke en la Ronda de Toledo número 8, para la Sociedad Anónima Gas Madrid por 120.000 pesetas; la tubería de hormigón de la Central Mazarredo, para la Unión Eléctrica Madrileña, y por 175.000 pesetas; y depósitos y tubería en el paseo de los Melancólicos, por D. Manuel Querejeta, de la Sociedad Anónima Hidroeléctrica Española, y por 250.000 pesetas.

En este periodo, Valentín Vallhonrat se convierte en la referencia tanto en el diseño como en la ejecución de estructuras de hormigón armado en edificación singular, residencial o industrial. La facturación en el periodo 1015-1925 asciende a más de 27.000.000 de pesetas (Alfaro 1924). Suscribe colaboraciones con los arquitectos más importantes del país y participa en grandes edificios aportando soluciones y calidad en la construcción.

Es destacable que todos los edificios enumerados anteriormente tienen estructuras realizadas en hormigón armado y en ellas aplica numerosos desarrollos que diseña él mismo, para optimizar tanto los tiempos de ejecución como los costes.

Valentín Vallhonrat aplica en sus obras desarrollos tecnológicos que él mismo concibe para optimizar tanto los tiempos de ejecución como los costes. Entre sus patentes figura una de título "*piso sencillo o doble de hormigón armado con molde y cielo raso de rasilla construidos in situ*", registrada el 17 de diciembre de 1924 con número de referencia 91862. Este tipo de desarrollos nos muestran el interés que tenía en el diseño de soluciones

Figura 7. Hotel Nacional. Madrid (La Construcción Moderna 1925)

constructivas compatibles con las propuestas arquitectónicas que desarrollaba.

> «Con el procedimiento citado el piso se constituye *con viguetas de hormigón armado, distanciadas por lo general de 0,80 a 0,90 metros, bovedilla y tablero de rasilla con yeso, y trasdosada de hormigón hasta el enrase, con lo que se forma sobre la bovedilla de rasilla otra de hormigón o de mortero de cemento de 1,5 centímetros de espesor en la clave y 3 a 4 en los arranques, a la que sirve de cimbra y refuerzo aquélla»* (El Constructor 1925).

El sistema es similar al de vigueta in situ y bovedilla actual, pudiendo ser este uno de sus primeros precursores. Con anterioridad a la patente, el método fue ensayado en el edificio del hotel Nacional (La Construcción Moderna 1924). Se realizaron en esta obra pruebas de carga en un tramo de piso perfectamente aislado, para evitar que la carga pudiese afectar a otros elementos adyacentes. El piso resistió perfectamente sin manifestar patologías, una carga uniformemente repartida, constituida con sacos de arena, de 1.200 kilogramos por metro cuadrado, o sea de cuatro veces la sobrecarga usual en la construcción urbana de aquella época.

Periodo 1928-1932

A finales de los años 20 la empresa alcanza un grado de desarrollo que le permite acometer, además de obras de edificación de especial envergadura, grandes obras de ingeniería civil a nivel nacional. La empresa comienza a licitar obras civiles que se desarrollan en los planes de modernización del país.

Le son adjudicadas dos grandes obras ferroviarias, la de explanación, fábrica y edificios del ferrocarril de Arcos de la Frontera a Olvera, así como de los de la línea de Jerez a Villamartín, todas ellas a ejecutar en la provincia de Cádiz. Un año después, mediante concurso público al que se presentaron seis aspirantes, le fueron adjudicadas las obras de la sección cuarta del ferrocarril de Baeza a Utiel, entre Albacete y Utiel. Éstas consistían en llevar a cabo la explanación, fábrica, edificios, túneles y demás accesorios de la línea, en un plazo de tres años y medio, proponiendo la Valentín Vallhonrat S.A. una baja del 23,55% del precio de contrata, es decir, que se comprometía a ejecutarlas por 40.620.464 pesetas. Sin embargo, causas desconocidas obligaron a la empresa a proponer la cesión de la contrata, siendo esta aprobada en noviembre de 1930, en beneficio de Manuel Díaz Hidalgo (El Lloyd 1927).

En 1931 fue nombrado vicepresidente de la Asociación de Contratistas de Obras Públicas. Entre los miembros del Consejo en ese momento podemos encontrar a Ginés Navarro, José Entrecanales o Luis Colomina Cremades (Madrid Científico 1931). Este hecho nos da una medida del prestigio que atesoraba Valentín Vallhonrat y de la relevancia que había adquirido su empresa constructora. De este periodo de tiempo vamos a destacar 2 obras: el edificio de la Unión y el Fénix en Madrid y las obras de rehabilitación del Palacio de Carlos V en el complejo de la Alhambra de Granada

El edificio de La Unión y El Fénix Español, sito entre las madrileñas calles de Alcalá y Peligros (Figura 8) fue proyectado por Modesto López de Otero, director por aquel entonces de la Escuela de Arquitectura de Madrid (Madrid Científico 1931). Se puede considerar la última colaboración que tuvo con Valentín Vallhonrat. La estructura es de hormigón armado en su totalidad. En el diseño de la estructura tuvo una importancia especial la acción del viento sobre el cuerpo elevado y la necesidad de

Figura 8. Edificio de la Unión y el Fénix, Madrid

disminuir los espesores en muros y elementos verticales, buscando diafanidad en un solar tan reducido. Durante la ejecución de la cimentación tuvieron que realizar un recalce urgente de la medianería del templo. Del muro recalzado, el cual no estaba en muy buen estado, se colgaba el pesadísimo retablo del altar mayor. Al quedar sin apoyo, por el derribo y el vaciado del sótano, fue precisa a su consolidación urgente, evitando así la aparición de daños (Lopez 1933).

Para la intervención en el Palacio de Carlos V, sito en el recinto de la Alhambra, Leopoldo Torres, que era conocido de Modesto Lopez Otero, encargó directamente a la empresa de Valentín Vallhonrat el diseño y la ejecución de los forjados que faltaban. Durante la ejecución se desmontaron los muros alterados y con los sillares se rehicieron los originarios. Se instalaron los solados y zócalos allí donde no existían y se cubrió con terrazas las zonas que no lo

estaban. Se ejecutó una estructura de hormigón armado para cubierta y pisos, así como la subcontratación de la decoración, interviniendo como ingeniero José Marchesi Buhigas, el administrador Francisco Badía y los aparejadores José y Pepe Salvador de la firma constructora (Vilches 1988). Con esta obra se pone en valor la experiencia de la empresa de Valentín Vallhonrat incluso en la ejecución de obras de rehabilitación de edificios históricos, lo que nos indica la alta valía técnica del personal de ésta y el amplio espectro que abarcaba en sus aplicaciones del hormigón estructural.

Figura 9. Edificio principal del complejo de SNIACE en Torrelavega

Periodo 1932-1965

A partir de 1932 la empresa entra en crisis, provocada por la inestabilidad política existente durante la Segunda República, lo que conllevó la paralización de las obras de ferrocarril que se encuadraban en los planes de desarrollo, y que habían sido una apuesta estratégica por parte de la empresa. No hemos encontrado datos, pero posiblemente la situación financiera de la empresa tras estas paralizaciones no fuera buena y cesó en su actividad.

Valentín Vallhonrat pide el reingreso en el cuerpo de Ingenieros del Estado (Ingeniería y construcción 1932). Asimismo, retoma la actividad docente en la escuela de Minas de Madrid, como Profesor de Hidráulica, actividad docente que empezó en su juventud en la Escuela de Capacitación y Minas de Bilbao (Guía oficial de España 1935; Madrid Científico 1914). A partir de 1939 pasó a desempeñar la tarea de Profesor Auxiliar en la Cátedra de Construcción. Los apuntes para la enseñanza de la asignatura de Construcción "Curso de resistencia de materiales", los escribe durante la Guerra Civil, en circunstancias dramáticas y alumbrándose con la luz de una vela (Puche Orche 2006).

Llamado por su prestigio, la última gran obra que acomete es la estructura de los edificios de la Sociedad Nacional de Industria y Aplicaciones de la Celulosa (SNIACE) en Torrelavega en 1941 En la Figura 9 se muestra el edificio principal del complejo. En 1950 disuelve definitivamente la empresa (Del Hoyo 2015). Murió en 1965 en la población de Plentzia (Vizcaya) a los ochenta años (ABC 1965).

Conclusiones

Valentín Vallhonrat y Gómez fue un ingeniero y constructor innovador, especializado en el diseño y construcción de estructuras de hormigón armado, que supo aprovechar los avances tecnológicos de su tiempo, para crear estructuras funcionales, duraderas y estéticas, entendiendo las necesidades arquitectónicas de sus clientes y adaptado la estructura a la forma. Es una figura que ha pasado desapercibida, pese a su influencia en los métodos actuales de construcción y a la relevancia de las obras que ejecutó.

Su carrera comienza con la ejecución de estructuras ligadas al desarrollo industrial, como saltos de agua y naves industriales, a partir de su experiencia en la Sociedad Hidroeléctrica Ibérica. Investiga nuevos usos del hormigón en barcos junto a Carmelo Castrillo. Fruto de toda esta actividad entra en el mundo de la edificación resolviendo problemas en cimentaciones complejas y aplicando nuevos métodos para reducir los plazos de ejecución. Valentín Vallhonrat puede ser considerado el primer Ingeniero que diseña estructuras de hormigón armado para edificios en altura en España, a la vez que construye sus diseños. Acaba su carrera afrontando grandes obras ferroviarias y civiles .

El legado de Valentín Vallhonrat en la edificación es notable, no solo por la cantidad y calidad de sus construcciones, sino también por su influencia en la adopción de nuevas técnicas constructivas en España. Sus proyectos y obras en Madrid, como el hotel Nacional, La torre de la Unión y el Fénix, el cine Ca-

llao o la Serrería Belga siguen siendo referencias importantes en el estudio de la evolución arquitectónica y urbana de la ciudad. Otras de sus obras como el Banco Pastor, la casa Barrié, ambas en A Coruña o el hotel Carlton de Bilbao se pueden seguir admirando. En otros casos, grandes estructuras de hormigón armado como los talleres de Babcock & Wilcox en Bilbao y la Naval de Sestao han sido demolidos, perdiéndose un patrimonio arquitectónico e industrial de gran valor.

El carácter innovador de las soluciones que proponía en sus obras y su solvencia técnica fueron símbolo de prestigio dentro del diseño y construcción de estructuras de hormigón armado en la primera mitad del siglo XX en España. Desde estas líneas queremos reivindicar su figura, que ha sido injustamente olvidada.

Lista de referencias

ABC. 1965. 5 de agosto. Página 65.

Alfaro Cordón J. 1924. Instalaciones de la Sociedad Hidroeléctrica Española. Saldo de Cortéd de Pallas (dos aguas). *Ingeniería y Construcción* 12, 543-545.

Alonso Pereira, J. R. 2013. Los orígenes del hormigón armado en la arquitectura española. *Labor & Engenho*. 7, 2, 5-16.

Arquitectura. 1922. Los modestos rascacielos españoles y el proyecto de Banco Sobrinos de Pastor, *La Coruña*. 37, 210-219.

Arquitectura. 1929. Año XI, 120.

Bassegoda Nonell, J. 1987. *El hormigón armado. Historia de la arquitectura española*. Morales Marín, J. L. (ed.), 5 1802-1807.

Burgos Núñez, A. 2009. *Los orígenes del hormigón armado en España*, Madrid. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

Carmona, J.R.;Rey-Rey, J. 2018. Valentín Vallhonrat, pionero de la construcción en hormigón en España. *International Conference on Construction Research – Eduardo Torroja AEC* 2018.

Crónica e Información. La Construcción Moderna año XIX, 8.

Del Hoyo Maza, S. 2015. Vínculos industriales entre España e Italia: creación y primeros pasos de la SNIACE (1938-1946). *Diacronie*. 22, 2. DOI: https://doi.org/10.4000/diuacronie.2017

Domouso de Alba, F.J. 2015. La introducción del Hormigón armado en España: Razón Constructiva de su evolución (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.

El Constructor (Barcelona). 1925. 11, 853.

El Lloyd. 1927. 31 de marzo, num. CXLVIII. Adjudicación Olvera.

Guía oficial de España. 1935. 514.

Ingeniería. 1923. Revista industrial, minas, electricidad, obras públicas, arquitectura, cultivos, ciencias, etc. 650, 107.

Ingeniería y construcción. 1932. 118, 51.

La Acción, Madrid. 1923. 1 de noviembre, página 3.

La Construccion en La Coruña. 1927. *La voz de Galicia*. 18 de septiembre. Pag 5.

La Construcción Moderna. 1916. Año XV, 9, 65-66.

La Construcción Moderna. 1918. Año XVI, 17, 161.

La Construcción Moderna. 1920. Año XVIII, 5, 4-5.

La Construcción Moderna. 1921. Año XIX, 12, 88.

La Construcción Moderna. 1923. Año XXI, 1, 2, 15, 21, 24, 42, 300, 405-407.

La Construcción Moderna. 1924. Año XXII, 16, 15.

La Ilustración Universal. 1925. Año III, 18. 5,55.

Lopez Otero M. 1933. El nuevo edificio de la Compañía de Seguros "La Unión y El Fénix Español" (calles de Alcalá y Peligros, Madrid). *Arquitectura*. Año XV, 176, 327-333.

Madrid Científico. 1914. 800, 67. 801, 93-94.

Madrid científico. 1918. 974, 593.

Madrid Científico. 1931. Num. 1283, 171. 10. Sánchez de Lerín García-Ovies, T. (2000). Modesto López Otero: vida y obra (Tesis (Doctoral). E.T.S. Arquitectura (UPM). https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.10205.

Maza, S. 2019. Construir la España contemporánea: el ingeniero de minas y empresario Valentín Vallhonrat Gómez (1884-1965). *Estudios de Patrimonio*. Santander 147-190. 10.22429/EUC2019.sep02.04.

Páez Balaca, A. 1956. Cincuenta años de hormigón armado en España. *Revista de Obras Públicas*, 2892, 201-209.

Partida de bautismo. 1884. *Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción. Almodóvar del Campo*.

Patrimonio industrial en el País Vasco. 2012. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Tomo 2, 891-892.

Peña Boeuf, A. 1953. Un siglo de hormigón armado en España. *Revista de Obras Públicas*, 2857, 23-32.

Puche Riart, O.; Orche García, E. 2006. Valentín Vallhonrat y Gómez (Almodóvar del Campo, Ciudad Real, 1884 – Plencia, Vizcaya, 1965). *Industria y Minería*. 366, 39-41.

Rey-Rey, J.; Vegas, P.; Carmona, J.R. 2017. Estrategias de intervención estructural sobre edificios del patrimonio histórico industrial de Madrid: realizaciones recientes. *Hormigón y Acero*. 69 (285), 91-99.

Rivas Eulate, J.M. 1926. Notas sobre dos grupos de construcciones económicas. *Arquitectura*. 85, 188-191.

Sagarna Aramburu, M. 2010. Estudio de la Evolución de la Arquitectura de Guipúzcoa Ligada al Desarrollo del Hormigón Armado (tesis doctoral). Departamento de Arquitectura. Universidad del País Vasco.

Soraluce Blond, J.R. et. al. 1994. *El Banco Pastor de La Coruña*. Edita Fundación Pedro Barrié de la Maza.

Vallhonrat V. 1906. *Viajes de instrucción. Aplicaciones de la Electricidad en el Norte de España*.

Vilches Vilches, C. 1988. Las actuaciones arqueológicas y arquitectónico-conservadoras en La Alhambra en la etapa de Leopoldo Torres Balbás (1923-1936). Tesis Doctoral. Universidad de Granada. ISBN: 8433807366

Villar Ibáñez, J. E. 1998. Embarcaciones portuarias y de tráfico interior en los puertos de Bilbao y Pasajes. *Revista de estudios marítimos del País Vasco*. 2, 407-416.

II Centenario de la Escuela de Minas de España: 1877-1977. 1977. Escuela De Minas; Edición: 1ª.

Las bóvedas de ladrillo por hojas de la Torre del Homenaje de Aledo

Macarena Salcedo Galera
José Calvo López

Además de las conocidas bóvedas de rosca o tabicadas, en un tercer tipo de bóvedas de ladrillo las piezas se agrupan por hojas verticales o inclinadas. Esta disposición presenta una notable ventaja práctica, que las hace muy apropiadas para construcciones militares: al apoyar en o adherirse cada hoja a la anterior, permiten prescindir en todo o en parte de la cimbra, como en las tabicadas; pero a diferencia de éstas, pueden ejecutarse con mortero de cal y no necesariamente de yeso.

Un ejemplo de gran interés de estas piezas puede encontrarse en la Torre del Homenaje del castillo de Aledo, en las estribaciones de Sierra Espuña, en el Reino de Murcia, construida tal vez entre finales del siglo XIII y la primera mitad del siglo XIV. La fortificación tiene planta cuadrada, con tres alturas. Presenta similitudes, pero también diferencias, con la Torre Alfonsina del castillo de Lorca. Ahora bien, la apertura de una escalera interior, no prevista en la disposición inicial, hizo necesario perforar algunas de las bóvedas, lo que ofrece una oportunidad para estudiar la orientación de las hojas en el interior de estas piezas.

Se ha realizado un levantamiento sistemático de las bóvedas, mediante escáner láser 3D y fotogrametría automatizada. El escáner proporciona un estudio preciso del conjunto de bóvedas, mientras que la fotogrametría permite analizar detalles críticos, como los arranques y los tramos centrales. Todo ello ofrece una definición precisa de la geometría de las bóvedas, determinando por ejemplo la disposición de las superficies de los lechos y su inclinación, el tamaño y forma de los ladrillos y otros detalles relevantes. Esta información permite comparar las bóvedas de la torre con otros ejemplos, como las de la Torre Alfonsina, avanzando en el análisis de un tema estudiado con frecuencia en este tipo de trabajos, como es la orientación interna de las hojas.

Bóvedas por hojas en la cuenca mediterránea y en la Península Ibérica

En las bóvedas llamadas de rosca, el ladrillo se dispone radialmente, con su tabla alineada con el eje de la pieza. De esta manera, forma un aparejo que tiene en el intradós hiladas rectas horizontales. Necesita cimbra para su construcción, al menos a partir de una cierta dimensión.

Son también bien conocidas las bóvedas tabicadas, en las que el ladrillo se dispone de plano, de forma que el intradós de la bóveda está formado por sus tablas. Dado el escaso espesor de la primera capa, equivalente al canto del ladrillo, por lo general se emplean dos o tres roscas; la primera se toma con yeso y no necesita cimbra, aprovechando la rapidez de fraguado de este conglomerante. Tampoco la precisan, obviamente, la segunda o tercera capa, que apoyan sobre la anterior.

Para evitar el uso del yeso, que no está disponible en muchas regiones y presenta problemas por su ca-

Macarena Salcedo Galera; José Calvo López – Universidad Politécnica de Cartagena

rácter higroscópico, se emplea una tercera tipología de bóvedas, conocidas en francés como *par tranches*, que en español se traduce como "por hojas". En inglés se ha empleado la denominación *pitched vaults*, que en rigor corresponde a un aparejo en el que el ladrillo se dispone en posición ligeramente inclinada, de manera que cada hoja apoya en la siguiente, evitando también el empleo de cimbras (Figura 1). Ahora bien, en ocasiones se emplean en este sistema hojas verticales, especialmente en el punto donde la bóveda se adosa a los muros de testa; por esta razón, en los últimos trabajos en este campo se tiende a usar el término más general *vault by slices*.

El origen las bóvedas por hojas es incierto, pero sin duda muy antiguo. Algunos de los primeros ejemplos conocidos se encuentran en Afganistán y Uzbekistán, desde donde se pudieron expandir por una parte hacia China y por otra hacia Irán y Egipto (Rabasa et al. 2021). En épocas más recientes aparecen con frecuencia en la arquitectura bizantina, por ejemplo, en el nártex de Santa Sofía y la cisterna Basílica (Choisy 1883; López-Mozo et al. 2025). Sin embargo, son muy infrecuentes los ejemplos de esta tipología en Italia y Francia, con excepción de una escuela surgida en Turín a finales del siglo XIX que se distancia claramente de la línea general, entre otras cosas porque emplea cimbras (Aliberti et al. 2025).

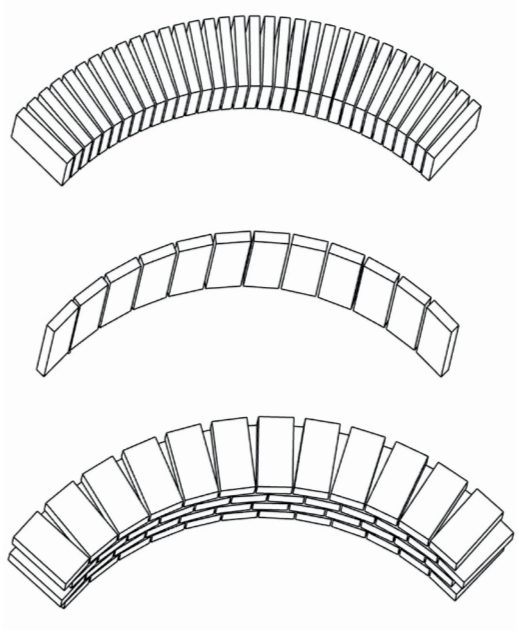


Figura 1. Bóvedas de rosca, tabicada y por hojas. (Dibujo de Enrique Rabasa)

Por el contrario, las bóvedas por hojas son frecuentes en la Península Ibérica, con tres focos fundamentales: Toledo, con un gran número de ejemplos en la ciudad (López-Mozo et al. 2021); Granada, donde existen numerosos ejemplos en la Alhambra; y Extremadura, el Alentejo y el Algarve, en particular las comarcas conocidas como La Raya, por alusión a la frontera hispanoportuguesa (López-Mozo et al. 2023).

En la Región de Murcia, el ejemplo más significativo se encuentra en la Torre Alfonsina del castillo de Lorca (Natividad-Vivó et al. 2021); se ha planteado la hipótesis de una relación de esta construcción con el Castillo de la Concepción de Cartagena, pero es arriesgado afirmar que se cubría con bóvedas por hojas, por lo que el otro ejemplo relevante de esta técnica en la Región es la Torre del Homenaje de Aledo.

La cerca y la fortaleza de Aledo

Para comprender la importancia estratégica de Aledo es necesario retroceder a un episodio ocurrido en el siglo XI. En 1086, al año siguiente a la conquista de Toledo por Alfonso VI, una partida capitaneada por García Jiménez se hace fuerte en Aledo, dispuesta en un espolón rocoso en las estribaciones de Sierra Espuña, desde donde hace incursiones constantes en Almería (Dozy 1861:4, 197,210-211; Gaspar 1905, 130-131; Sánchez Pravia 2016, 69). Para entender el carácter de avanzadilla de Aledo, es importante tener en cuenta que en este momento los cristianos estaban sitiando Zaragoza. Alarmados por este avance y otras derrotas a manos de los leoneses, Almotamid, régulo de Sevilla, y otros reyes de taifas piden ayuda a Yusuf-ben-Tasufín, el emir del imperio almorávide, que cruza el estrecho, derrota a los cristianos en la batalla de Sagrajas o Zalaca y pone sitio a Aledo al frente de una fuerza combinada en la que participan los almorávides junto a las taifas de Sevilla, Granada, Málaga, Almería y Murcia. Pero inmediatamente surjen disensiones entre los reyezuelos y después de varios meses de asedio infructuoso, los musulmanes levantan el cerco (Gaspar 1905, 135-137; Huici 1954; Sánchez Pravia 2016, 69). En cualquier caso, la fortificación de Aledo había quedado arruinada por el

asedio y no era viable defenderla de los ataques almorávides, por lo que en 1092 cae ante un segundo sitio por parte de los musulmanes (Sánchez Pravia 2016, 69).

Aledo no volverá a manos cristianas hasta mediados del siglo XIII. El último rey taifa murciano, Muhammad ibn Hud, se somete en 1243 al vasallaje de Fernando III, para evitar la sumisión al reino granadino. La mayoría de las ciudades del reino, incluyendo Aledo, aceptan el acuerdo. Por el contrario, Lorca, Mula y Cartagena oponen una fuerte resistencia, que se aplaca Alfonso X, entonces príncipe (Gaspar 1905, 296-298; Torres Fontes 1994; Sánchez Pravia 2016, 70). Este pacto se romperá en 1263, con un levantamiento musulmán que se somete Jaime I de Aragón, suegro de Alfonso X, que en ese momento ya era rey de Castilla (Gaspar 1905, 299-303).

A partir de este período, la posición estratégica de Aledo, unida a su cercanía con el reino de Granada y la amenaza de sublevaciones moriscas como la de 1263 va a llevar a mantener y reforzar un sistema defensivo de cierta complejidad (Figura 2). En primer lugar, toda la villa queda rodeada de una cerca, dotada de torres especialmente en el frente norte, donde la menor pendiente del terreno la hacía vulnerable ante un ataque granadino. En la porción sur, la mejor defendida por el espolón en las estribaciones de Sierra Espuña, se dispone una fortaleza integrada en la cerca, también rodeada de torres (Sánchez Pravia 1997; Sánchez Pravia 2016, 95-97, 110-115). Y en el centro de la fortaleza se sitúa la Torre del Homenaje, el objeto de este estudio, que iremos viendo en las próximas secciones.

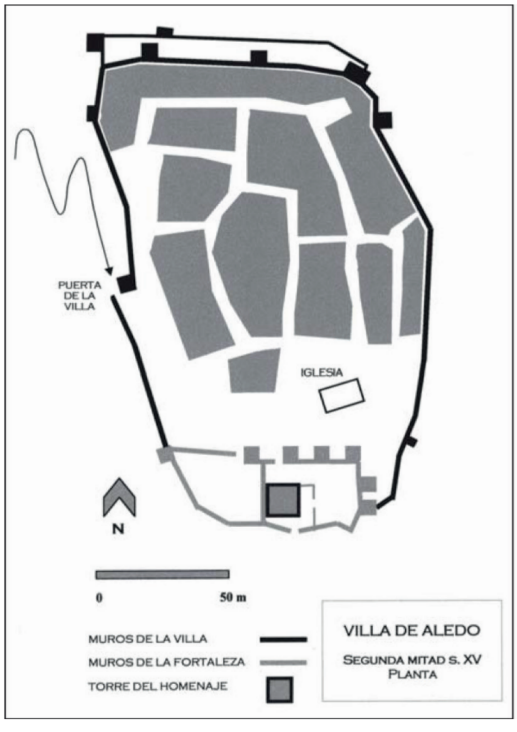


Figura 2. Plano de la villa de Aledo en la segunda mitad del s. XV (Sánchez Pravia 1999)

La Torre del Homenaje

La Torre del Homenaje presenta planta aproximadamente cuadrada con un grueso muro simple de tapial que delimita su interior distribuido en altura en tres cuerpos. El primer cuerpo, usado como aljibe, se cubre por dos bóvedas de cañón paralelas de mampostería. En el segundo cuerpo encontramos cuatro bóvedas de ladrillo por hojas apoyadas en cuatro arcos de ladrillo en cruz que parten de un pilar central, apoyando en ménsulas de piedra con modillones. Este esquema se repite en el tercer cuerpo (Figura 3). En los muros de cada uno de estos dos últimos cuerpos se abren una puerta-ventana y cuatro aspilleras, lo que ha llevado a entender que el acceso a estos niveles se efectuaba por escaleras exteriores de madera, posteriormente sustituidas por escaleras de obra o yeso (Figura 4). Esta idea queda reforzada por dos huecos abiertos de manera expeditiva en las bóvedas que cubren los cuerpos segundo y tercero, que hasta hace pocos años permitían el paso a sendas escaleras de obra, sustituidas recientemente por escaleras metálicas; la primera de estas escaleras permite da acceso internamente al tercer cuerpo y la otra a la cubierta. Esta cubierta presentaba hasta hace poco el trasdós de las bóvedas al aire; recientemente se ha protegido con una capa de pendientes terminada con baldosa cerámica (Sánchez Pravia 1999).

Las bóvedas de ladrillo por hojas se encuentran sin revocar, y probablemente han estado así desde su construcción. No se aprecian signos de intervención especialmente significativas en las bóvedas, con excepción de las perforaciones señaladas, lo que permite estudiar su geometría y la disposición del aparejo. Por el contrario, antes de la reciente intervención en

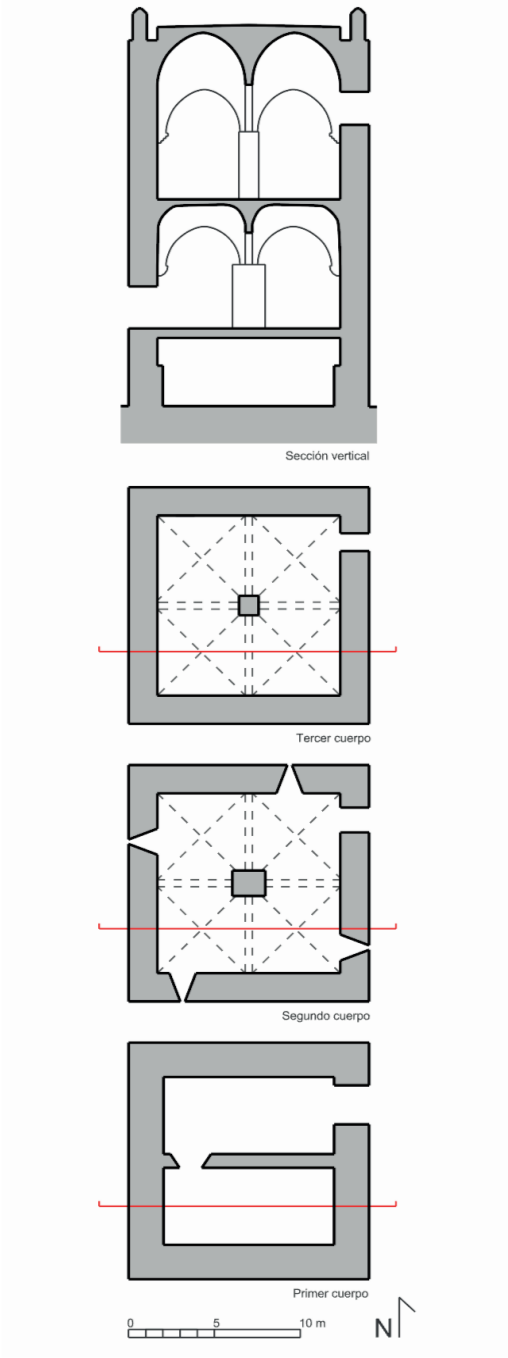


Figura 3. Planta y sección de la Torre del Homenaje de Aledo. (Dibujo de los autores)

Figura 4. Imagen exterior de la Torre del Homenaje. (Imagen de J. M. Lazo 2024)

la cubierta, con la introducción de la baldosa cerámica, las bóvedas que cubren el tercer cuerpo y sirven de base a la nueva cubierta se encontraban revocadas por la cara superior, por lo que las fotografías tomadas durante la operación no permiten apreciar la disposición de las hiladas de ladrillo.

Se han señalado justificadamente las semejanzas de la Torre del Homenaje con la Torre Alfonsina del castillo de Lorca, lo que ha llevado a Sánchez Pravia (1999; 2016, 115-117) a datarla en las últimas décadas del siglo XIII y las primeras del XIV. En concreto, coinciden en una y otra la planta aproximadamente cuadrada, la existencia de un elemento constructivo central y la disposición de las bóvedas sobre arcos de ladrillo y ménsulas de piedra.

Por el contrario, no se han subrayado los rasgos que diferencian a una y otra, empezando por la presencia de un doble muro en la Torre Alfonsina, lo que permite alojar entre una y otra la escalera de acceso a los cuerpos superiores, haciendo innecesario el sistema de escaleras exteriores con el que con toda probabilidad contaba inicialmente la torre de

Aledo. Otra diferencia importante es la gran dimensión del elemento central o machón de la Torre Alfonsina, probablemente hueco, 6.00 × 3.25 metros aproximadamente, frente al relativamente delgado pilar de Aledo. Como consecuencia, cada uno de los cuerpos de la torre lorquina queda cubierto por ocho bóvedas, cuatro en las esquinas y cuatro alineadas con el machón central. Las bóvedas apoyan en ocho arcos por planta, pues de cada uno de los lados del machón arranca una pareja de arcos. Por el contrario, en Aledo cada cuerpo queda cubierto por cuatro bóvedas apoyadas en cuatro arcos. El machón rectangular de Lorca da lugar a una planta general es ligeramente oblonga y las bóvedas presentan disposiciones diferentes. En el primer cuerpo todas las bóvedas se resuelven con aparejo diagonal, con las hojas aproximadamente paralelas a la diagonal de la planta. En cambio, en los cuerpos superiores las hojas de la mayoría de las bóvedas siguen la orientación de los lados del área cubierta, excepto las que corresponden a los lados cortos del machón, que emplean otra vez aparejo diagonal (Tordera 2023, láminas XIII, XIV, XV). En cambio, en Aledo el pilar central es cuadrado, a salvo de las naturales tolerancias, y las cuatro plantas de cada bóveda son sustancialmente iguales, con hojas paralelas a los lados de la planta.

Pero quizá la diferencia más relevante entre una torre y otra es la geometría de las bóvedas, que no es fácil de apreciar a simple vista pero que queda de manifiesto en el levantamiento practicado para este estudio. Mientras las bóvedas lorquinas se acercan a la forma esférica en mayor o menor grado (Natividad-Vivó et al. 2021), las de Aledo presentan un fuerte contraste entre unas pechinas de acusada pendiente y un casquete o luquete prácticamente plano. Ahora bien, dado que este rasgo se refleja con claridad en el levantamiento, expondremos en la próxima sección la metodología empleada y en las siguientes su análisis y conclusiones.

Metodología de levantamiento y análisis

La geometría del conjunto de la torre ha sido objeto de un Trabajo Fin de Máster redactado por José Marcelo Lazo Pomavilla (2025), bajo la dirección de los autores de esta comunicación, y no se comentará detalladamente en este trabajo por motivos de espacio. Sí merece la pena resaltar que después de algunos intentos, se ha comprobado que el levantamiento de la fachada sur resultaba inviable por la gran pendiente del terreno y se ha abordado mediante un dron operado por Raffaele Pérez.

Respecto a las bóvedas por hojas, el verdadero objeto de este trabajo, se han empleado dos métodos en paralelo para obtener un modelo geométrico digital de estas piezas. Por una parte, se ha empleado fotogrametría automatizada, que de acuerdo con nuestras experiencias anteriores suministra una información geométrica muy precisa y una reproducción colorimétrica más que aceptable. Para esto se han utilizado cámaras Canon EOS 5DIII, con objetivo EF 50 mm f/1,4 y Canon EOS RP, con objetivo 50 mm f/1,8. Las fotografías obtenidas se han procesado con el programa Agisoft Metashape, practicando la orientación interna para obtener las posiciones de las cámaras, lo que ha permitido obtener una nube de puntos ligera; seguidamente se ha continuado el proceso para obtener una nube de puntos densa para cada bó-

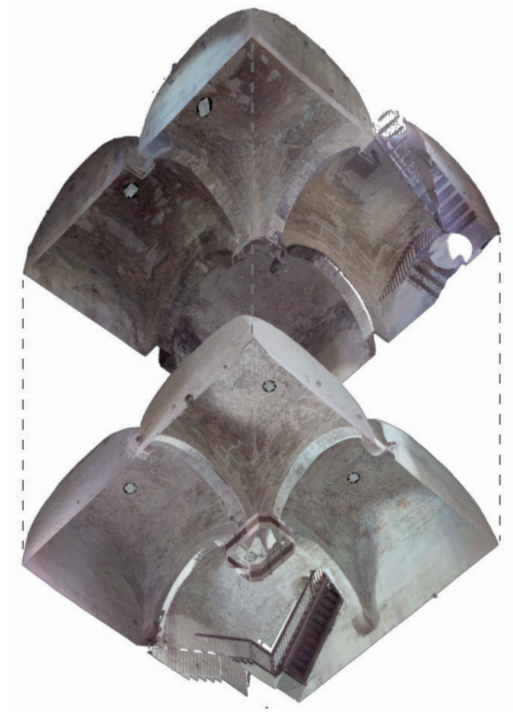


Figura 5. Axonometría de las nubes de puntos obtenidas con escáner láser: bóvedas del segundo y tercer cuerpo de la torre.

Figura 6. Sección vertical de la nube de puntos obtenida mediante escáner láser.

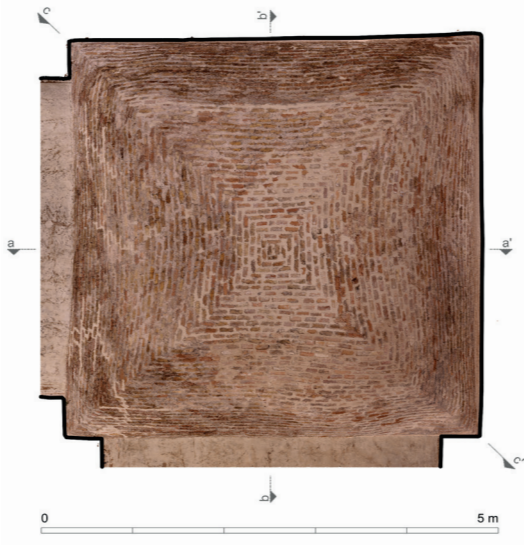


Figura 7. Planta de la bóveda objeto de estudio. Nube de puntos obtenida mediante fotogrametría.

veda. Estas nubes de puntos se han importado en formato E57 en Rhinoceros 3D (versión 8) con objeto de facilitar su análisis.

Ahora bien, como es conocido, la fotogrametría no facilita por sí misma ni la escala de la pieza ni la referencia de la dirección vertical. Para superar este inconveniente, se han practicado tomas de puntos con un escáner Leica BLK 360, que facilita una nube de puntos escalada y referida a la vertical, si bien el detalle y la fidelidad colorimétrica no alcanza el nivel de la toma fotogramétrica. Aun así, los datos obtenidos con escáner permiten alcanzar una doble finalidad: por una parte, aportan la información de escala y verticalidad que no puede ofrecer la fotogrametría y por otra parte actúan como mecanismo de comprobación, permitiendo excluir la presencia de errores groseros en las tomas fotogramétricas.

A continuación, se ha aislado la bóveda objeto de estudio para proceder a su análisis geométrico. Gracias a las distintas herramientas del programa Rhinoceros 3D, se han obtenido secciones de la nube de puntos por planos verticales y horizontales. En algunos casos hemos trabajado con el modelo tridimensional, mientras que, en otros, ha sido conveniente proyectar las secciones obtenidas para trabajar en 2D. Además, para completar el estudio, se han aislado las juntas entre hojas de ladrillo para aproximarnos a su geometría, trazando en cada caso un círculo ajustado por mínimos cuadrados, lo cual nos da también información sobre la orientación espacial de cada junta. Este procedimiento, de fiabilidad probada, ha sido aplicado anteriormente en otros trabajos (López Mozo et al. 2023; Gil-Crespo et al. 2024, entre otros).

La geometría de las bóvedas por hojas de la Torre del Homenaje

Tal y como hemos comentado anteriormente, todas las bóvedas la torre están construidas por hojas de ladrillo que quedan orientadas paralelamente a los lados de la planta siguiendo un aparejo rectangular -prácticamente cuadrado-, en paralelo al perímetro de la bóveda. La construcción de bóvedas de ladrillo por hojas es un sistema alternativo a las bóvedas de rosca y a las tabicadas, que permite disponer los ladrillos con su cara principal vertical o ligeramente inclinada con respecto al intradós de la bóveda, de manera que cada hilada nueva forma una hoja que descansa sobre la anterior. La primera hoja debe apoyar sobre un muro o un arco, mientras que las siguientes se van adhiriendo progresivamente mediante el mortero aplicado en sus tablas, o caras mayores.

En el levantamiento vemos que las bóvedas del segundo cuerpo no presentan la misma geometría que las del tercer cuerpo. Mientras que en el segundo cuerpo las bóvedas presentan un perfil rebajado, en el tercer cuerpo las bóvedas presentan un perfil apuntado que les confiere una geometría muy particular que no corresponde con ningún arquetipo común de bóvedas (Figura 6). Por esta razón, hemos decidido desarrollar con más profundidad el análisis geométrico y constructivo de las bóvedas del segundo cuerpo, puesto que, aparentemente, su proceso constructivo conlleva cierto control formal. Concretamente, en este trabajo, mostraremos la documentación gráfica relativa a la bóveda situada en el cuadrante sureste.

La **bóveda cubre una planta** aproximadamente cuadrada de 4.50 metros de lado y tiene un intradós curvo irregular, que, a priori, nos hace pensar en una bóveda baída. Sin embargo, veremos que es más compleja la cuestión. La bóveda apoya en ar-

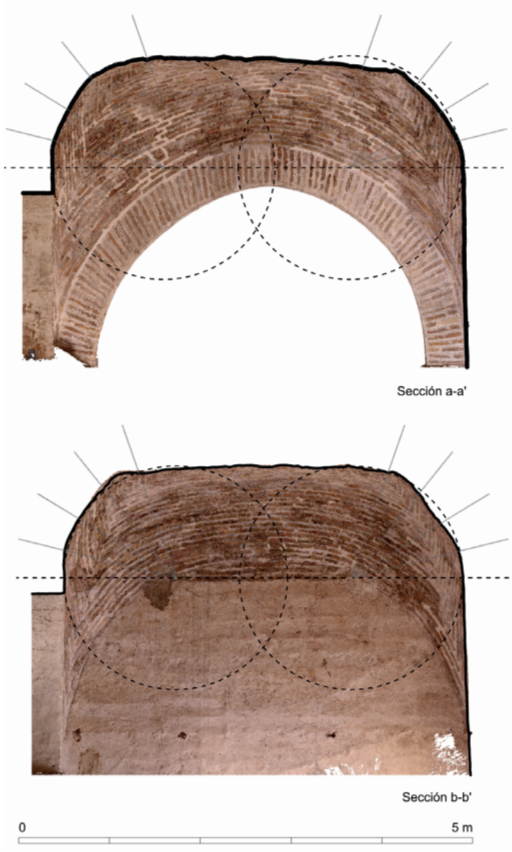


Figura 8. Secciones transversales a-a' y b-b'.

cos ligeramente apuntados en dos de sus lados, y en los muros perimetrales los otros dos (Figura 7). Cuando observamos la sección transversal de la bóveda, apreciamos que su intradós arranca con un perfil curvo que se asemeja notablemente a un arco de circunferencia cuyo centro queda a la altura de la clave de los arcos formeros. Esta curvatura, sin embargo, se reduce considerablemente conforme asciende en altura para transitar hacia un intradós prácticamente plano, lo cual llama especialmente la atención porque este hecho no era especialmente apreciable desde la inspección ocular. Este esquema se repite en la sección perpendicular a esta, donde, además, se hace más notable la evidente deformación del intradós (Figura 8).

En la sección diagonal ocurre algo similar. El intradós de la bóveda presenta una sección ajustable a

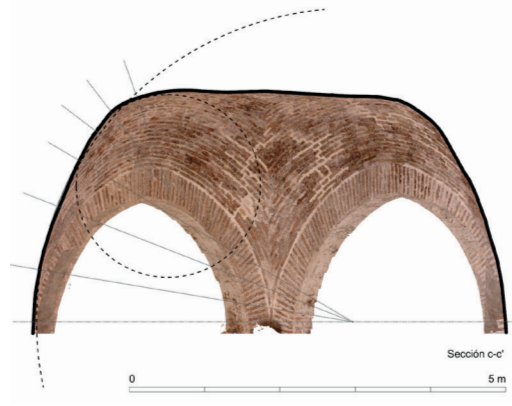


Figura 9. Sección diagonal c-c'.

un arco de circunferencia con centro en el arranque de las pechinas, que, sin embargo, se convierte en un arco de radio mucho menor con centro en la clave de los formeros, para finalmente coronarse con un intradós prácticamente horizontal en la parte central de la bóveda. Por tanto, podemos decir que, en el arranque, las bóvedas de la Torre de Aledo parten de un intradós próximo a una superficie esférica que, al ascender en altura, deriva en una especie de superficie de transición hacia la horizontalidad que domina la clave de la bóveda (Figura 9).

Si observamos el perfil de la bóveda en las secciones, esta transición entre superficies en el intradós es considerablemente brusca, puesto que hay una diferencia considerable entre los radios de las circunferencias que definen los tramos de la bóveda, y, principalmente, porque la transición entre la superficie curva y el perfil plano de la parte superior de la bóveda se produce de forma abrupta. Sin embargo, este hecho contrasta con el análisis detallado de las juntas entre hojas, que han sido aisladas para obtener su geometría y orientación. Al analizar la geometría de las hojas frontalmente en la sección transversal, observamos cómo los radios de las circunferencias que las definen van aumentando progresivamente desde el arco formero a la clave, de manera que su curvatura va en disminución conforme aumenta la altura hasta alcanzar la superficie prácticamente plana en el punto más alto (Figura 10).

Si observamos la planta de la bóveda, podemos ver que su intradós está compuesto por cuatro grupos de hojas orientadas paralelamente a los lados de la

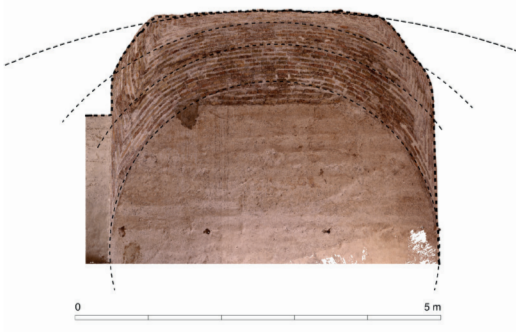


Figura 10. Sección transversal de la bóveda. Análisis geométrico de las juntas entre hojas de ladrillo.

Figura 11. Imagen del hueco abierto en una de las bóvedas. (Imagen de J. M. Lazo 2024)

planta. Al combinar los cuatro grupos aparecen las figuras rectangulares concéntricas que dan nombre al aparejo. Si observamos ahora una sección transversal, comprobamos que las hojas de los lados se muestran en el intradós como líneas verticales. Ocurre lo mismo cuando analizamos la sección perpendicular a la anterior. Ahora bien, dado que las caras visibles de los ladrillos se ajustan a la curvatura del intradós, podemos suponer con bastante certeza que la inclinación de las hojas viene condicionada por la curvatura de la superficie de intradós, como sucede en las bóvedas de la Torre Alfonsina de Lorca. Dada la irregularidad de estas bóvedas en contraposición a las de Lorca -con intradós esférico- no podemos afirmar con rigor que las bóvedas se construyen mediante hojas de ladrillo troncocónicas, pero sí que podemos asegurar que se produce esta orientación de las hojas ajustándose a la curvatura del intradós con la intención de que así sean. De hecho, esto es fácilmente apreciable en las bóvedas "perforadas" por el hueco de las escaleras, donde las hojas quedan expuestas a simple vista (Figura 11). En este caso, la construcción comenzaría por las hojas que están adosadas a los arcos y muros perimetrales. Las primeras hojas se colocarían con su orientación correspondiente y las restantes se irían poniendo encima de manera progresiva. A medida que se fuera avanzando en la obra, las hojas de los diferentes grupos se irían encontrando entre sí, dibujando las figuras rectangulares. La orientación de los cuatro grupos de hojas se controlaría con un único cintrel fijado en el centro de la bóveda.

Conclusiones

El estudio de las bóvedas de la Torre del Homenaje del castillo de Aledo nos ha permitido avanzar en el conocimiento de las bóvedas por hojas, especialmente en el ámbito de la arquitectura militar bajomedieval de la Península Ibérica. El levantamiento arquitectónico realizado mediante la combinación de escáner láser 3D y fotogrametría automatizada, ha hecho posible el análisis de su geometría y su configuración constructiva, para contextualizarlas en el ámbito de la construcción de bóvedas por hojas y compararlas con otros ejemplares similares y próximos, como las bóvedas de la Torre Alfonsina de Lorca.

Los resultados confirman que las bóvedas siguen de manera sistemática el clásico aparejo rectangular en paralelo a sus lados, como ocurre en algunas de las bóvedas de ladrillo de la Torre Alfonsina. Sin embargo, desde el punto de vista geométrico, las bóvedas de Aledo presentan una morfología singular que marca diferencias sustanciales entre ellas. Frente a la geometría esférica demostrada en las bóvedas de Lorca, las bóvedas de Aledo muestran un acusado contraste entre unas pechinas de fuerte pendiente y un casquete superior prácticamente plano. Este rasgo, apenas perceptible a simple vista, se manifiesta con claridad en las secciones obtenidas a partir de las nubes de puntos y pone de relieve la complejidad formal de estas piezas. Esta transición entre superficies curvas y planas no es, en ningún caso, gradual, sino que se produce con cierta brusquedad al alcanzar la cota deseada.

El análisis detallado de las juntas entre hojas demuestra, no obstante, que hay una clara intención de cuidar la orientación progresiva de las hojas, apreciable en los huecos de las bóvedas abiertas, y en la evolución de los radios de curvatura que aumentan conforme se asciende hacia la clave que sugiere la existencia de cierto control formal durante la construcción. Esta observación permite interpretar la bóveda no como la superposición de geometrías inconexas, sino como el resultado de un proceso constructivo adaptativo, probablemente improvisado ante la necesidad de finalizar el proceso constructivo, en el que la forma final emerge de la lógica del sistema por hojas más que de la aplicación estricta de un modelo geométrico preconcebido.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto de investigación "La construcción de bóvedas de ladrillo por hojas. Usos históricos y posibilidades actuales", con referencia PID2020-116191GB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través de la Agencia Estatal de Investigación. Los autores desean agradecer al Ayuntamiento de Aledo las facilidades ofrecidas para el estudio de la torre y la toma de datos para este trabajo. La dirección del Trabajo Fin de Máster de José Marcelo Lazo Pomavilla (2025), que versa sobre la torre en su conjunto, nos permitió un primer acercamiento al monumento; debemos agradecer la colaboración de Raffaele Pérez al operar un dron que permitió el levantamiento de la inaccesible fachada sur. Pau Natividad Vivó ha tenido un papel destacado en la toma de datos, pero finalmente no figura entre los autores dado que presenta otro trabajo a este Congreso.

Lista de referencias

Aliberti, Licinia; Ana López-Mozo, Ana González-Uriel, Manuel de-Miguel-Sánchez, y José Calvo-López. 2025. Brick vaults by slices in Turin in the 19th century. A new approach to the building process." *Digital Application in Archeology and Cultural Heritage*, 38: e00419.

Choisy, Auguste. 1883. *L'art de bâtir chez les Byzantins*. Paris : Societé Anonyme des Publications Périodiques.

Dozy, Reinhart Pieter Anne. 1861. *Histoire des Musulmans d'Espagne*. Leyde: Brill.

Gaspar Remiro, Mariano. 1905. *Historia de Murcia Musulmana*. Madrid-Zaragoza: Real Academia de la Historia-Tipografía Andrés Uriarte.

Gil-Crespo, Ignacio Javier; Pau Natividad-Vivó, y José Calvo-López. 2024. Brick vaults without centering in the church of Calatrava la Nueva: geometry and construction. En: *8th International Congress on Construction History, Zürich*.

Huici Miranda, Ambrosio. 1954. El sitio de Aledo. *Miscelánea de Estudios Árabes e Islámicos* 3:41-55.

López-Mozo, Ana; Miguel Ángel Alonso-Rodríguez, Rafael Martín Talaverano, y Licinia Aliberti. 2021. Brick vaults by slices in Toledo . *7th International Congress on Construction History, Lisboa.*

López-Mozo, Ana; Enrique Rabasa-Díaz, Miguel Ángel Alonso-Rodríguez, Alberto Sanjurjo-Álvarez, y Pau Natividad-Vivó. 2025. Form and construction in Byzantine brick cross vaults. *Nexus 2025. Architecture and Mathematics, Vicenza*.

López-Mozo, Ana; Miguel Ángel Alonso-Rodríguez, Ana González-Uriel, Licinia Aliberti, Manuel de Miguel Sánchez y Marta Perelló Ocaña. 2023. Forma y construcción en bóvedas de ladrillo por hojas: el caso de Cáceres. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 28 (49): 62–75.

Natividad-Vivó, Pau; Ricardo García-Baño, Macarena Salcedo-Galera y José Calvo-López. 2021. The brick vaults of the Alfonsina Tower in Lorca Castle. Geometric aspects and possible sources. *7th International Congress on Construction History, Lisboa*.

Rabasa Díaz, Enrique; Ana González-Uriel, Ignacio Gil-Crespo, y Alberto Sanjurjo Álvarez. 2021. Geographic and chronological extent of brick vaults by slices. *7th International Congress on Construction History, Lisboa.*

Sánchez Pravia, José Antonio. 1997. Actuaciones en el recinto defensivo de Aledo. En: *Memorias de Arqueología*, 506–521. Murcia.

Sánchez Pravia, José Antonio. 1999. La Torre del Homenaje de la villa de Aledo: realidad y ensueño. En: *Memorias de Arqueología*, 401–414. Murcia.

Sánchez Pravia, José Antonio 2016. Estudio histórico-arqueológico de Aledo y Totana en los siglos XV y XVI. *Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas*. Universidad de Murcia.

Tordera Gracia, Elena Rocío. 2023. Escáner láser para la documentación gráfica del patrimonio arquitectónico: El caso de la torre Alfonsina del castillo de Lorca. *Máster en Patrimonio Arquitectónico, Arquitectura y Tecnología de la Edificación*. Universidad Politécnica de Cartagena.

Torres Fontes, Juan. 1994. Incorporación del Reino de Murcia a la Corona de Castilla. *Revista de Estudios Yeclanos. Yakka* 5:15–24.

La construcción de puentes en el siglo XVIII en España: procedimientos económico-administrativos

J. Agustín Sánchez Rey

Puede afirmarse que el Siglo de las Luces fue también en España el de las obras de construcción y reparación de puentes, que habían permanecido abandonados durante mucho tiempo. En el Memorial presentado al rey Carlos III y posteriormente repetido a su sucesor Carlos IV en 1789 por el conde de Floridablanca, al terminar su mandato como Secretario de Estado y de Despacho, éste dice que "…en los nueve años que V.M. ha servido poner a mi cuidado la Superintendencia General de Caminos… se han fabricado 322 puentes nuevos, y habilitado 45…".

Si bien ya desde la dominación romana en España se construyeron en la Península ibérica importantes vías de comunicación, con puentes notables, algunos afortunadamente todavía existentes, no es hasta el siglo XVIII cuando puede hablarse en España de una política viaria coherente y ambiciosa, promovida por el poder real con objeto de favorecer los transportes y las comunicaciones entre los distintos territorios de la monarquía hispana y con ello fomentar el comercio y el progreso económico y la prosperidad de los súbditos.

Durante siglos los caminos y los puentes fueron incumbencia de los Concejos y de los Señores civiles o religiosos titulares de los territorios donde habían de construirse. La autoridad real se limitaba durante la Edad Media y hasta bien entrada la Edad Moderna a autorizar la construcción de esas infraestructuras, así como su financiación, permitiendo en su caso la imposición de tributos de muy diverso tipo a los beneficiarios de dichas obras, pero sin que las arcas reales contribuyeran a su financiación, pues sus recursos estaban destinados a subvenir a las necesidades de la Corte y al mantenimiento de los funcionarios de la Corona y al de los ejércitos reales, empeñados durante siglos en numerosas contiendas dentro y fuera de España, que consumían los siempre insuficientes recursos disponibles. Esa fue la tónica general de la política viaria hasta el final del reinado de la casa de Austria.

El siglo XVIII y la nueva política de caminos y puentes

A partir de comienzos del siglo XVIII y del advenimiento de la dinastía Borbón esa situación fue cambiando paulatinamente gracias a la influencia de las ideas de la Ilustración y siguiendo el ejemplo de las políticas que coetáneamente se desarrollaban en otros países. La Corona, gracias a reformas fiscales importantes, planificó el despliegue de una red viaria extensa y estuvo en disposición de financiar su ejecución, de la que como ya se ha indicado había permanecido ausente durante siglos anteriores.

Fue a mediados del siglo XVIII cuando por primera vez promovidas y financiadas por el poder real se ejecutaron dos infraestructuras viarias importantes: el camino real de Reinosa a Santander (1749-1753), como parte de la comunicación con Burgos, y el ca-

J. Agustín Sánchez Rey – Universidad Politécnica de Madrid

mino real de Guadarrama (1749-1750), para enlazar Madrid con el Norte. Se diseñó una red viaria centralizada en la Corte y con una estructura radial muy similar a la que desde entonces se iría desarrollando en el territorio peninsular. Y se promovió también durante dicho siglo la construcción de nuevos puentes y la restauración de otros anteriores. Entre los primeros hubo ejemplos importantes, algunos de los cuales pueden todavía hoy contemplarse como el puente de Toledo en Madrid (1727-1735), el de Ronda (1700-1793), el de Viveros sobre el Jarama en Madrid (1772), el de Aranjuez (1760-61), el de San Fernando sobre el Manzanares, el de Castro (León) sobre el río Torio, etc.; otros lamentablemente desaparecidos como el de Molins de Rei sobre el Llobregat, destruido hace unas décadas, etc. Y muchos otros de menor importancia, pero también necesarios para asegurar el tránsito de personas y de mercancías. (Arenas de Pablo, J. J. 2005)

En 1749 el rey Fernando VI promulgó unas Ordenanzas para los Corregidores, en las que se contenían instrucciones sobre la gestión de los caminos de sus respectivas jurisdicciones y el 10 de junio de 1761, durante el reinado de Carlos III, se publicó el importante "Real decreto expedido para hacer caminos rectos y sólidos en España que faciliten el comercio de unas provincias a otras, dando principio por los de Andalucía, Cathaluña, Galicia y Valencia" con Madrid, financiándose con un impuesto de dos reales de vellón sobre cada fanega de sal, al cual se añadiría el sobrante del ocho por ciento de la contribución que se cobraba a las puertas de la ciudad de Valencia y el uno por ciento de la plata procedente de Indias. El 2 de diciembre de ese año se nombraba a Esquilache, Secretario de Estado y Hacienda, como Superintendente de caminos. Durante la Secretaría de Estado de su sucesor Floridablanca (1772-1792) la política viaria y dentro de ella la relativa a puentes, alcanzó su mayor florecimiento.

No es nuestro propósito analizar ni las tipologías ni los procesos constructivos de los puentes que durante el siglo XVIII fueron llevándose a cabo en el territorio peninsular, sino describir los procedimientos organizativos y administrativos que habían de seguirse desde la concepción de la obra hasta su puesta en funcionamiento, pasando por las vicisitudes que acompañaban a su autorización por la Corona, proyecto, contratación, adjudicación, desarrollo de las obras, inspección y recepción de las mismas, pagos, etc. hasta su puesta en funcionamiento, fases todas ellas que naturalmente habrían de influir a veces decisivamente en la tipología y en las técnicas constructivas utilizadas.

Los puentes de iniciativa real

En algunos casos las obras eran promovidas directamente por la Corona, como fue el caso de las que formaban parte de los dos caminos a los que anteriormente se ha hecho referencia, pero en la mayoría de los puentes del setecientos la iniciativa de su construcción o de su reparación fue de los Concejos en cuyo territorio se ubicaban, sin perjuicio de la intervención real a la que más adelante nos referiremos.
En el caso de obras realizadas por decisión de la propia Corona, poco después de finalizar la guerra de Sucesión (1701-1714), en 1718 se dictó la Instrucción por la que el rey ordenaba a los ingenieros militares de cada jurisdicción que "notaran el estado de los puentes y los que convendría reparar o aumentar con expresión y tanteo por mayor del coste de cada una de las obras". Según la Instrucción era voluntad de la Hacienda real sufragar en parte los trabajos y contribuir a su ejecución "…aún con el trabajo de mis tropas, que emplearé con gusto en lo que pueda conducir al bien común de mis vasallos". Poco después se publicaba el "Reglamento que Su Majestad quiere que se observe en las obras de los caminos" ejecutados por la Corona. Entre otras cosas se dictaban normas para la presentación de planos, y especificarse las distintas partes de las obras, sus respectivos materiales, etc. Como obras promovidas por la autoridad real su ejecución era dirigida por ingenieros militares, contando en su caso con maestros de obras, canteros, alarifes, etc.

El procedimiento a seguir en las obras de puentes de iniciativa real era en esquema el siguiente: una vez establecidas la premisas básicas, a saber, la orografía y naturaleza del terreno donde se ubicaría la obra y la magnitud de las posibles avenidas máximas, conocidas en base a la experiencia del pasado, se practicaba un reconocimiento del terreno, dada la inexistencia de cartografía en la época, lo cual se concretaba en los primeros bocetos o "rasguños" (croquis) que se presentaban al Consejo Real. En el caso de obras singulares con frecuencia se reclamaba también la aportación de modelos a escala o maque-

tas para hacer más comprensibles los proyectos, pues como ya dijera Felipe II "*así lo entendía mejor que por las plantas*", modelos hechos con materiales diversos, pero generalmente de cera por su facilidad de trabajo y flexibilidad para hacer modificaciones. Una vez aprobadas las obras por el Rey, a propuesta del Consejo, los ingenieros militares encargados de la actuación realizaban los planos o trazas de la obra, suficientemente acotados para permitir las mediciones que habían de conducir a su realización. (Cruz Villalón, M. 2003)

A los planos se añadían las condiciones de carácter técnico, especificándose en ellas la naturaleza y características de los materiales (cantería, madera, cal, etc.), sus dimensiones, procedimientos constructivos, aparejos, labra de sillares y 1990dovelas, etc. Aunque el procedimiento establecido reglamentariamente era el de ejecutar las obras "por administración", la mayoría de ellas, sobre todo cuando se trataba de puentes, se llevaban a cabo mediante asientos con contratistas, bien en su totalidad, bien "a jornal "o "a destajo", en el caso de unidades de obra singularizables. (Menéndez Martínez, J. M.1990)

En las obras directamente ejecutadas por orden real no era rara la intervención de soldados y de presidiarios, (Sánchez Lázaro, T. 1990) que percibían tanto en un caso como en otro una retribución, al igual que el personal local, que asimismo en ocasiones estaba obligado a aportar carros y otros medios de transporte también remunerados, así como cal, madera, piedra, etc. (González, R. M.1978)

Los puentes de iniciativa concejil. El papel de las Academias de San Fernando y San Carlos

En el caso de obras de puentes promovidas por Ayuntamientos, ya se ubicaran en caminos reales o de otro tipo, a las cuales nos referiremos principalmente, el procedimiento se iniciaba con la constatación por el Concejo de la necesidad de un puente, ya fuera por su inexistencia o por haberse destruido total o parcialmente el que anteriormente existía, lo cual era lo más frecuente, dada la inactividad secular en la materia, la escasez de recursos y por lo general la defectuosa construcción y conservación de aquellos, ya fueran de madera o de fábrica, que propiciaba su ruina, causada por riadas y avenidas o simplemente por el tránsito de viajeros, ganados, carros o mercancías. El Ayuntamiento, a través de sus regidores, procuradores, sexmeros, etc. se dirigía al Intendente de la provincia, con un memorial justificativo de la necesidad y utilidad de la obra, acompañado a veces de testimonios de vecinos del lugar, prestados bajo juramento ante el escribano de turno, en los que se daban detalles de la imposibilidad de transitar, perjuicios de la situación, posibles víctimas registradas al intentar vadear el río, etc.

El Intendente normalmente solicitaba al Corregidor local una verificación de las circunstancias expuestas en la petición, así como detalles de la ubicación de la obra, trazas o planos de la misma y estimación de su coste, hechas por maestros de obras y años después por arquitectos, así como propuesta de financiación, ya fuera mediante bienes propios del municipio, sisas y otros arbitrios, pontazgos o repartimientos entre poblaciones cercanas y potencialmente beneficiarias de la actuación, que a veces se extendían a un contorno de cuarenta leguas y más, etc.

Una vez recibida por el Intendente la verificación solicitada, aquél trasladaba la documentación al Consejo de Castilla, que la sometía a fiscalización (Redondo Cantera, M.J. y Aramburu-Zabala, M. A. 1996; Moráis Morán, J. A. 2013) por parte de personas experimentadas y de prestigio reconocido, como fue el caso en la segunda mitad del siglo y durante muchos años de Marcos de Vierna, maestro de obras y experto cantero, que entre otras muchas actuaciones habría de llevar a cabo las del antes citado camino de Reinosa a Santander. En esa fiscalización se solían proponer modificaciones en busca de una mejor funcionalidad, mayor solidez o menor coste, y en ocasiones se sugería que la traza definitiva se encargara a algún maestro de obras u arquitecto que hubiera intervenido en actuaciones similares y residiera cerca del lugar, proporcionándose posibles candidatos. Recibida la contestación del Consejo por el Intendente y trasladada al promotor, se encargaba el diseño definitivo al arquitecto o maestro elegido, que también redactaba las condiciones y establecía el coste. En cuanto al importe a financiar ya desde tiempo atrás eran usuales los repartimientos: dentro del entorno aceptado por el Consejo Real, en base al número de vecinos de cada población afectada, posibles exenciones, etc., se fijaba la aportación de cada localidad. Remitida nuevamente al Consejo toda la documentación, era preceptiva a partir de 1777 la intervención de la Real Academia de Bellas Artes de

San Fernando, que emitía informe redactado por uno o más de sus Profesores y aprobado por la Corporación, dictamen que también incluía con frecuencia cambios en lo proyectado, aunque usualmente de menor calado. En el caso de actuaciones en el Reino de Valencia dicha tarea correspondía a la Real Academia de San Carlos.

Por real decreto de 23 de octubre de 1777 "para evitar se malgasten caudales en obras públicas, que debiendo servir de ornato y de modelo existen solo como monumentos de deformidad y de mal gusto", Carlos III dispuso "que el Consejo prevenga a todos los Magistrados y Ayuntamientos de los pueblos del Reyno, que siempre que se proyecte alguna una obra pública, consulten a la Academia de San Fernando, haciendo entregar al Secretario de ella con la conveniente explicación por escrito los dibuxos de los planos alzados y costes de las fábricas que se ideen, para que examinados atenta, breve y gratuitamente por los profesores de Arquitectura, advierta la misma Academia el mérito o errores que contengan los diseños, é indique el medio mas proporcionado para el acierto". (Novísima Recopilación, Titulo XXXIV, Ley III)

Dos años después, el 11 de octubre de 1779 el monarca prohibía invertir caudales en obras públicas sin previa revisión de sus planos por la Academia de San Fernando, reiterando la obligación antes reseñada, "quedando siempre a los interesados el arbitrio de acudir a la misma Academia a fin de que se les indique algún profesor capaz de desempeña bien el intento y se les eviten por este medio pasos y dispendios infructuosos, y presentados desde luego por las partes los dibuxos con estos requisitos, cuando el Consejo, no obstante lo referido, quisiese asegurarse de si en efecto han sido aprobados por la Academia, ó que esta responda á algún reparo o dificultad, la pedirá la noticia ó dictamen oportuno sobre el particular, para que providencie lo que juzgue más del caso: y por este medio, sin que la Academia se inxiera en cosa que no le competa, ni se la distraiga del principal conato de la enseñanza pública…" (Nov Rec. Tít. XXXIV. Ley IV)

Mas tarde Carlos IV, por real orden de 23 de julio de 1789, insistía en que "a pesar de las resoluciones precedentes y de las repetidas providencias tomadas por el Consejo para su exacta y debida observancia no la han tenido en diferentes pueblos del Reyno y para que se lleve a efecto lo dispuesto en ellas y de este modo se eviten los daños que produce la ejecución de las obras públicas sin consultar los planes a la academia de San Fernando se previene a los Corregidores y Ayuntamientos y Justicias del Reyno que en consequencia de lo resuelto o siempre que haya de ejecutarse alguna obra pública, consulten a dicha Real Academia, y a la de San Carlos de Valencia por lo tocante a aquel Reyno haciendo entregar a sus respectivos Secretarios con la correspondiente explicación por escrito los dibuxos de los planes alzados y cortes de las fábricas que se ideen, para que los examine, corrija, e indique el medio mas proporcionado para el acierto sin perjuicio de las providencias que se acordasen por el Consejo con respecto al permiso para construir tales obras quando se costeen por cuenta de los caudales públicos: en inteligencia que por lo que interesa al ornato público, el buen gusto y fomento de las artes, no se podrá mirar con indiferencia la menor trasgresión en este punto y se tomará la debida providencia contra los contraventores". (Nov. Rec. Tít. XXXIV. Ley V)

Por auto acordado del Consejo Real de 27 de enero de 1777, con motivo de los excesivos gastos que causaban los maestros para el reconocimiento de las obras de puentes; se había ordenado también "que los que se nombrase o fuesen a semejantes obras, o reconocimiento de ellas, se costeasen a sí mismos los gastos que les ocurriesen, sin que el pueblo donde estuviesen, ni otro alguno, tuviera necesidad ni debiese darles alojamiento, prevención de comida ni otra cosa; y que las Justicias donde se hicieran los reconocimientos, recogiesen recibo formal del maestro que los executase, expresando en él las cantidades y partidas que por razón de su trabajo recibiese, y los días que realmente ocupó en la citada diligencia, con todo lo demás que acreditarse la legitimidad los gastos, para evitar los exorbitantes, que sin necesidad solían hacer los pueblos en perjuicio de los caudales públicos; y que esto mismo se pusiese en todos los despachos que con este fin se librasen".

Finalmente, por Real resolución a consulta de17 de junio de 1784 del Consejo "en vista de la facilidad con que los llamados profesores facultativos se extendían y excedían en las regulaciones de gastos y obras de puentes con notable, freqüente y muy experimentado perjuicio de los vasallos; mandó S.M., que el Consejo tomase providencia, para que en las obras que ocurriesen de alguna consideración se nombrasen los sugetos que le propusiesen las Reales Academias de las tres

Artes, según la calidad de cada caso, pues cuidarían estas el proponer los más próximos a los sitios de las obras; y que resuelta alguna de esta especie se consultase a S.M. por la Secretaría de Estado, a cuyo cargo estaba la Superintendencia de caminos, aunque no hubiese necesidad de repartimiento".

Por real orden de 22 de mayo de 1786 se creó en el seno de la Real Academia de San Fernando la llamada Comisión de Arquitectura, por la que habrían de pasar en lo sucesivo todos los proyectos de puentes, que fueron numerosos en las últimas décadas del siglo XVIII y que serían los que en mayor cantidad requirieron el trabajo de la Academia (García Melero, J. E. 1996). Las relaciones entre el Consejo Real y la Academia no estuvieron exentas de reticencias y enfrentamientos. Sirvan como ejemplo de ello la destemplanza de los escritos cruzados entre una y otra institución con motivo del puente de Posadilla en Ciudad Rodrigo (AHN, Consejos, Leg.27305, exp.20) o el enfrentamiento motivado por la exclusividad de la Academia para el otorgamiento del título de arquitecto, no siempre respetado por el Consejo de Castilla. En 1785 se pidió a éste que elaborase un censo de arquitectos, resultando que había en toda España cincuenta nombrados por la Academia, doce habilitados por el Consejo Real y 450 que no tenían otro título que el de haber sido nombrados por un ayuntamiento. (Rotaeche Galiano, M.2015)

Una vez superados tanto el informe de la Academia (Crespo Delgado, D. y Grau Fernández, M. 2007), en su caso, así como la fiscalización y aprobación del Consejo y fijado definitivamente el proyecto, sus características, materiales y demás condiciones, se pregonaba la obra en la zona geográfica próxima al puente así como, en el caso de obras importantes, en poblaciones mas alejadas y se abría el plazo para licitar a la baja su ejecución, llevándose a cabo el remate en un acto público durante el que también se podían efectuar "posturas", adjudicándose a la oferta mas ventajosa, normalmente la de menor importe. Se designaba un Veedor por parte del promotor, se recaudaban las aportaciones económicas necesarias y se llevaba a cabo la obra con reconocimientos parciales de la misma, previos al desembolso de las cantidades acordadas (generalmente por tercios del total), así como una inspección o reconocimiento final, corrigiéndose en su caso las deficiencias observadas, y haciéndose el último pago, a partir de cuyo momento, recibida la obra, comenzaba el plazo de garantía.

Por lo que respecta a las obras de puentes promovidas por iniciativa de autoridades locales, cuya tramitación administrativa exigía no obstante la participación del Consejo Real y en el último cuarto de siglo, como ya antes se indicó, también la de las Reales Academias de Bellas Artes, se trataba de un procedimiento lento, que duraba generalmente muchos años (Ossa Giménez. E., 1998), tanto por su complejidad y lentitud burocrática como por la frecuente dificultad de obtener los recursos económicos necesarios, dando lugar a numerosos expedientes que se han conservado tanto en el Archivo Histórico Nacional, por lo que respecta al Consejo, como en los provinciales, municipales y de notariales, que hoy permiten reconstruir la historia de este patrimonio.

Como ejemplo de lo indicado en 1718, en Pontedeume (Fernández González, A., 2011), la degradación del puente sobre la ría hacía prácticamente imposible la comunicación entre ambos lados de ésta. Notificada la situación al Consejo de Castilla por el Procurador general de la villa hubo de insistirse dos años después, en vista de que, aunque se había aprobado la reparación con un presupuesto cercano a los 37.000 ducados, las obras no habían comenzado, seguramente por dificultades para conseguir la aportación de los recursos necesarios por parte de las poblaciones obligadas a sufragar las obras en virtud del consiguiente repartimiento. El Consejo, recibida la petición, contestó ordenando al Intendente provincial un informe detallado sobre la veracidad de lo expuesto por el Concejo así como un dictamen efectuado por maestros de obras o arquitectos competentes que especificaran los daños a reparar aportando planos de planta y alzado y coste de las reparaciones a efectuar. En la orden dictada por el Consejo al Intendente y en caso de que la financiación afectara a poblaciones obligadas a contribuir a la financiación de la actuación, como sucedía en esta ocasión, al preliminar reconocimiento de la obra a ejecutar, además de al de Puentedeume se citó también a representantes de Betanzos, Ares, Ferrol, Santiago y La Coruña, asistiendo únicamente éste, que presentó alegaciones para no tener que contribuir, alegando que el mal estado de los pilares y arcos del puente se debía a la descuidada gestión municipal y a que las embarcaciones amarraban sus naves a los pilares produciendo su deterioro.

Una vez recibida de nuevo en el Consejo Real la documentación requerida por éste al Intendente la

propuesta y su documentación se pasaba a fiscalización técnica, normalmente ejecutada por maestros de obras o arquitectos de reconocido prestigio. Uno de los habituales en esta tarea en la segunda mitad del siglo fue Marcos de Vierna, que ejerció esa labor para el Consejo durante muchos años. En el puente de Renedo, sobre el río Esgueva cerca de Valladolid, su reparación fue solicitada por los vecinos de dicha localidad en 1769 al Consejo el cual solicitó la revisión del proyecto aportado al citado Marcos de Vierna, el cual dio informe favorable y recomendó a los maestros a los que en 1774 se adjudicó la obra. (Sánchez Rivera, J. I. *et alter,* 2009)

La financiación de la obra

Uno de los problemas principales a los que le había de enfrentarse la realización de una obra pública de cierta envergadura como era la construcción de un camino importante o la de un puente, incluso de su reparación si los daños eran de consideración, era la necesidad de contar con una financiación suficiente. Por ejemplo, para la del camino de Reinosa a Santander o la del puerto de Guadarrama se impusieron peajes, no sin la oposición de los que hasta su puesta en servicio percibían los titulares de exacciones similares en algunos caminos alternativos que habían de ser sustituidos por la nueva obra, como era el caso de la casa ducal del Infantado por lo que se refiere al de Guadarrama o el de la casa de Bustamante y Collantes en el caso del de Reinosa (Rodríguez González, C. y González Martínez, R. M., 1985). Ello dio lugar a pleitos que finalizaron dando la razón en parte a los antiguos poseedores del derecho si bien de una forma ecléctica, porque se siguió reconociendo a aquellos el derecho al peaje, pero sólo en los anteriores caminos, reservándose a las Rentas reales el cobro del paso por los nuevos. Posteriormente las obras públicas pasaron a ser financiadas por impuestos finalistas como el ya citado dos por ciento del precio de la sal, el 8 por ciento de las exacciones que se cobraban en las puertas de Valencia o el uno por ciento de la plata procedente de Indias.

En el caso de obras públicas promovidas por concejos o titulares de señoríos civiles o religiosos, de órdenes militares etc. era poco frecuente la aportación del Tesoro real y en su mayoría la financiación se cubría mediante el sistema de repartimientos o contribuciones obligatorias por parte de las poblaciones que supuestamente se beneficiarían más de la obra, en una distancia variable que podía alcanzar 40 leguas y más, para lo cual debía presentarse al Consejo Real, para su eventual autorización, la relación de poblaciones afectadas, indicando el número de vecinos de cada una, para así establecer el repartimiento, la forma de percibirlo, etc.. Paulatinamente el modo de financiar las obras públicas mediante repartimientos de su coste fue sustituido por impuestos que los municipios cobraban sobre la sal, el aceite, el vino, etc. (Sánchez Rey, J. A.; 1996 Valor Bravo, D. 2016)

En el real decreto de 1761 que da origen a la política viaria se indica que “con otros importantes fines, habiendo considerado que el méthodo de repartimientos, seguido anteriormente ha sido muy gravoso a los Pueblos, y con especialidad a los pobres, por lo mucho que han padecido en exacciones, del que me han informado Ministros de Zelo, e integridad, que tienen por más conveniente y menos gravoso el que se imponga por algún tiempo dos reales en fanega de sal; he resuelto que desde primero de julio próximo y por el tiempo de diez años, se cobre los expresados dos reales de vellón de sobreprecio en cada fanega de sal, de las que se consumen en estos Reynos, sin excepción de personas eclesiásticas, ni seculares, por deber todos contribuir a un objeto que comprehende el beneficio común, y que su producto se aplique a la construcción de los referidos caminos, reservando a tiempo oportuno destinar a los mismos fines los medios que se fueren ofreciendo, sin gravamen público”. (Rodríguez González, C. y González Martínez, R. M, 1985)

Una vez autorizado por el Consejo el importe de la obra a financiar y la forma de cubrirlo los Justicias y Corregidores de las poblaciones obligados al pago procedían a su recaudación, que se entregaba a un Depositario, que era el que centralizaba los pagos, para lo cual tenía en su poder una de las tres llaves del arca en que se custodiaban los caudales recaudados.

Un obstáculo al que siempre había que enfrentarse a la hora de recaudar el importe de los repartimientos era el de las exenciones que se alegaban por los obligados al pago. En algunos casos determinadas poblaciones manifestaban la carencia de recursos de bienes propios o la pobreza de los habitantes o el haber contribuido ya a otras obras recientes. En otros casos se manifestaba el derecho a estar exento por parte de eclesiásticos, nobles, hidalgos, etc. contra lo cual el

primer tratadista legal sobre caminos, el valenciano Fernández de Mesa, opuso argumentos de todo tipo en su obra " Tratado legal y político de caminos públicos y Possadas" (1755) pues "….el hazer contribuir a los Eclesiásticos – en la financiación de los caminos - es costumbre general en la Europa; y fundada en derecho natural; y que por igual razón contribuyen en otras muchas cosas semejantes……. están obligados los Eclesiásticos, como los seculares y aun las mismas Iglesias, esto es si tuvieran dotación y por esto no deberán contribuir los Padres Franciscos y demás Mendicantes, ni sus templos.."
La imposición de pontazgos a todo que pasara por los puentes venía de antiguo y siguió en vigor en el siglo XVIII, exacción en muchos casos arrendada a terceros como por ejemplo ocurría en el puente de Viveros sobre el río Jarama cerca de Madrid.

Por real orden de 29 de noviembre de 1796 se dispuso que *"*no se cobren más derechos de peaje, portazgo, pontaje, ni otro alguno de esta clase que los impuestos por Su Majestad para la reparación y conservación de los respectivos trozos de caminos construidos a expensas de su Real Erario".

Por ejemplo, en Navarra, el puente de Gallipienzo sobre el río Aragón, había sido destruido durante la guerra de Sucesión. Su reparación costó mil veinte ducados y un real. En 1720 para asegurar la mayor firmeza del puente se consideró preciso poner "cuatrocientas y más carretadas de piedra" en los dos pilares sobre los que se asienta el arco principal. Como para éstos y otros gastos de conservación la villa se sentía incapaz de colaborar, se propuso establecer el impuesto de pontaje, de suerte que cada persona de a pie que lo cruzara pagase un ochavo- dos maravedíes- , por cada caballería o ganado mayor media tarja, por cien cabezas de ganado menudo tres tarjas y por cada carga de almadías un real.

En Villarreal (Castellón) el nuevo puente sobre el río Mijares, en el camino real de Valencia a Barcelona, construido a instancias del Ayuntamiento entre los años 1784 y 1790 fue financiado, según placa que obra en el puente "con el sobrante de la renta del ocho por ciento de la ciudad de Valencia contribuyendo con la conducción de materiales los vecinos de Castellón, Almazora, Burriana, Borriol y Villarreal".

En Ronda el primitivo puente sobre su tajo, después sustituido por el actualmente existente, tuvo su origen en la consulta que en 1701, y antes en 1692, las autoridades locales habían dirigido al Consejo de Castilla alegando que "para pasar al barrio que llamaban del Mercadillo tenía grandísimo rodeo por lo áspero de los sitios con pérdida de la salud y manquedad de las caballerías, por cuio motivo había acordado hacer un puente para unirlo con dicha ciudad" (Ronda). Para su financiación se señalaron los arbitrios del uno por ciento de las carnes y el tres por ciento de las mercaderías que se vendían en la feria de mayo, así como del arrendamiento de determinadas fincas municipales. En 1707 se prolongaron los arbitrios por ocho años con objeto de concluir el puente. La obra en curso finalmente se arruinó a causa de una mala ejecución, lo que dio lugar a pleitos de los que más adelante se tratará. (Cardiñanos Bardeci, I., 2015)

Ante la destrucción del puente de Santa María de Cayón en Cantabria sobre el río Pisueña, afluente del Pas, se había iniciado la construcción de un nuevo puente, pero habiéndose arruinado la obra a causa de su defectuosa ejecución, hubo de reiniciarse el procedimiento para la consecución de otro nuevo, para cuya financiación se utilizó el sistema de repartimientos. (Vaquerizo Gil, M., 1988) La obra arruinada se había financiado mediante un repartimiento de tres mil ducados a razón de 38,5 maravedíes por vecino entre las poblaciones comprendidas en un radio de doce leguas de la obra, sumando un total de 24.350 vecinos y abarcando parte de Cantabria y parte de Burgos (Alfoz de Santa Gadea, Valle de Mena, Merindades de Castilla la Vieja, Villarcayo, Medina de Pomar, Espinosa de los Monteros, etc.) cargándose al concejo de Santa María de Cayón la quinta parte del coste total, al ser el más directamente beneficiado. El Concejo solicitó que el reparto se ampliase a una distancia de treinta leguas, ya que había zonas exentas de contribuir a obras de puentes y otras obras públicas situadas fuera de su jurisdicción por disponer de diversos privilegios, como era el caso de Trasmiera, y pidiendo que todos los afectados pagaran lo mismo ya que su concejo tenía sólo 24 vecinos, en su mayoría de gran pobreza y había sufragado el pago de las gestiones que desde hace siete años venían haciendo; sin embargo el Consejo se ratificó, aceptando sólo la rebaja a la sexta parte como cuota del pago por el concejo de Santa María de Cayón. El principal problema que había que afrontar era el recuento de los vecinos para hacer los repartimientos, que en este caso incluía cerca de sesenta poblaciones como Cas-

tro Urdiales, Colindres, Laredo, Liébana, Piélagos, Reinosa, Santander, Santillana, Torrelavega, etc. Además, ante la inexistencia de censos de población era necesario ir localidad por localidad estableciendo el número de la forma más aproximada posible, aunque no siempre exenta de errores. Otro problema para establecer los repartimientos era la cantidad de exenciones que alegaban los pueblos: en unos casos por su compromiso de tener siempre bien reparados sus puentes y calzadas sin recibir ayuda de otras jurisdicciones; otros se negaban incluso a proporcionar el número de vecinos; otros alegaban la pérdida de documentación justificativa de pagos realizados anteriormente; en otros casos alegaban su desconfianza al ver que las obras no avanzaban; otros porque a pesar de haberse recaudado los caudales se habían dedicado a otras necesidades más acuciantes debido a la pobreza existente; otros por lejanos privilegios medievales que les concedían la exención, etc.

Los repartimientos eran generalmente gestionados por las Audiencias, pero al establecerse en el siglo XVIII las Intendencias Generales pasaron éstas a ocuparse de esa función, no sin oposición de las primeras. Un caso típico fue el de los repartimientos para la financiación de las obras del antiguo puente de Puentedeume al que antes se ha hecho referencia.

En el caso del puente de San Vicente de Sonsierra en La Rioja, sobre el río Ebro, (Lope Toledo, J. M., 1956) arruinado por una crecida extraordinaria en junio de 1775, en el que se había cortado "el tránsito público para cuantos viajaban por aquellos Caminos Reales de común huso para todo el Reyno" el Consejo de Castilla ordenó que todas las ciudades, villas y aldeas del contorno contribuyeran a las reparaciones del puente atendiendo a la solicitud del Justicia, Regidores y vecindario de la citada villa. Al no haberse exigido anteriormente en el puente destruido "maravedí alguno con título del pontazgo ni otro motivo" se adujo que los vecinos "se hallaban sin obligación a su rehedificación ni podían tampoco por el mucho coste que sería preciso que tuviese esta operación". El importe de la obra, una vez aprobada por el rey después de la prolija tramitación usual, se fijó en 1.096.574 reales y dos maravedíes de vellón para ejecutar por administración "para que así sea durable y segura" bajo la dirección de su proyectista, el arquitecto Jorge de Ochoa, que la había diseñado y establecido las condiciones, junto con el también arquitecto Josef Antonio de Ybarrola, todo ello con la conformidad de la Real Academia de San Fernando. El repartimiento se haría entre las poblaciones comprendidas en un radio de treinta leguas "sin inclusión del reino de Navarra ni las provincias de Vizcaya y Álava y Guipúzcoa, mediante que las de Castilla no han concurrido a las contribuciones de sus obras públicas, pero sin otra excepción por esta vez, sin perjuicio de cualquier exención que hayan gozado algunos pueblos, para no ser incluidos en semejantes cargas" .Fue aprobado dicho repartimiento por el Intendente Joseph Antonio de Horcasitas, Corregidor de Burgos y "Juez mere-executor" de la obra. Al importe presupuestado se añadirían "los costes judiciales y premio" del Depositario de puentes, ascendiendo a 1.111.327 reales y 2 maravedíes de vellón. La Real Provisión de aprobación advertía "que no se cometa fraude alguno, ni en lo substancial de la obra ni en su economía", disponiendo "se llebe quenta justificada para darla a su tiempo al Supremo Consejo". El 8 de junio de 1790 el Intendente dispuso que la recaudación de una tercera parte del repartimiento debía hacerse en el plazo de treinta días una vez recibida su comunicación por los Justicias de los pueblos, entregándose al Depositario de puentes (de Burgos) Don Antonio Thomé; el segundo tercio el treinta de junio de 1790 y el tercero el 31 de diciembre de ese año, "sin más dilación, pena de apremio que será despachado a costa de la Justicia, por ser ésta la que debe cuidar del puntual pago". Como ejemplo del repartimiento efectuado, al pequeño pueblo de Villavelayos le correspondió una cuota de 24.885 maravedíes a abonar por los "veintidós y medio" vecinos contribuyentes de la localidad. Una vez satisfecha la cantidad se expedía carta de pago de la que tomaba razón el Contador de Puentes de la Intendencia "para el habono de las cantidades que se satisfagan en cada uno de esos tercios o plazos".

En orden de 23 de junio de 1773 se previno que "los pueblos debían entregar el importe de los cupos de puentes y demás obras públicas en la Tesorería de Rentas, o en poder del depositario que se nombrare por la facultad para la execución y repartimiento, al mismo tiempo que cada uno presente la cuenta de sus Propios y Arbitrios, y satisfaga el tres por ciento de su producto; y que las Contadurías no lleven derechos por la toma de razón de estas cartas de pago". Asimismo, por otra orden de 20 de noviembre de 1786 mandó el Consejo "que se tomase razón en la Contaduría de gastos de Justicia de todas las aproba-

ciones de repartimientos de puentes y calzadas que se despachasen por las Escribanías de Cámara, poniéndose para ello la prevención correspondiente en los despachos que se librasen; y que se pasase a su tiempo noticia de haberse concluido y entregado la obra, para que en ella constase".

Por otra parte por circular del Consejo del 15 de junio de 1792 se mandó a los Intendentes prevenir a las Juntas de Propios y Arbitrios que "si ocurriese necesidad de practicar alguna obra o reparo para la conservación de las fincas pertenecientes a este ramo, de cuyo producto han de costearse, excusen proceder por sí al reconocimiento ni otras diligencias; y se ciñan a dar cuenta al Intendente respectivo, para que valiéndose de maestro de su satisfacción, y de personas de probidad e indiferencia, haga practicar las diligencias precisas y conducentes a calificar y asegurarse de la verdadera necesidad y utilidad de la obra y su coste, limitándola a la que sea absolutamente necesaria para el objeto indicado ; y así executado lo dirigirá todo al Consejo por mano del Contador general de Propios con su informe y expresión de si el importe en que se haya regulado tiene cabimiento en la partida consignada en el reglamento para gastos ordinarios y extraordinarios".

Finalmente, por circular de 31 de enero de 1793 el Consejo encargó a las Juntas de Propios que "si tuviesen verdadera necesidad de alguna obra pública, el Consejo proveerá de oportuno remedio, representándoselo por medio del Intendente con la debida justificación y solo en el caso de que amenace próxima ruina alguna finca de Propios, podrán providenciar la obra provisional que exija la urgencia, a fin de evitar el riesgo que amenace; pero sin dexar de dar cuenta inmediatamente al Consejo con justificación por el mismo Intendente para su aprobación, y acordar las demás providencias convenientes a su reparación" .

Las condiciones de la obra

Una vez asegurada la financiación procedía la adjudicación de la obra, si ésta era promovida por un concejo, sin perjuicio de la real autorización previa. Para llevar a cabo dicha adjudicación era necesario disponer de proyecto (planos), importe de la obra y condiciones de ejecución. Este último documento, antecedente de los actuales Pliegos de condiciones, tenía gran importancia y consistía en una detallada relación de los distintos tajos y de la manera de ejecutarlos.

Las condiciones, que luego formarían parte de las capitulaciones entre el promotor y el contratista, asentista o ejecutor de la obra eran muy detalladas y describían los materiales a emplear, la forma de ejecutar las distintas partes de la obra, las ayudas que proporcionaría el promotor (como por ejemplo facilitar o utilizar canteras para extraer la piedra, de bosques para la madera, instalaciones para fabricar cal, etc.). A título de ejemplo el documento *"*Condiciones con que mediante la voluntad de Dios se han de haçer los dos arcos y una zepa y dos barbacanas y todo lo demás que fuere necesaria de la puente del lugar de Sancta María del Valle de Cayón" consta de dieciocho condiciones; como por ejemplo la de "aondar el zimiento de las zepas hasta allar tierra firme, greda, peñasco o cascajo, y se entiende que sí a diez pies no allare tierra firme como queda dicho y no se pudiera aondar más por la causa de acer mucha agua u otro defecto se ha de echar un zanpeado de bigas de alissa o aya o robre berdes de pie y quarto de grueso texidas de bara en bara a media madera todo el ancho y largo del grueso de la çepa, y las bigas ayan de alargar agua arriva y agua abajo además del grueso de la çepa dos baras, digo tres, …. los huecos entre bigas del zampeado se han de llenar de piedras de la cantera de grano con piedras largas a cacho muy enpotradas y apretadas y se fijen y llenen todos los huecos con buen ormigón de cal biba y cascaxo tanto de vno como de otro, digo dos de cal y uno de cascaxo…"

Más adelante se describe la forma de construir las hiladas de mampostería para la cepa y las zapatas, la sillería con piedras *"*assentadas con mucho arte poniendo los cortes a un lado y a otro, anibelando cada ylada con buena mezcla de cal y arena conforme arte, los arcos, la calzada de empedrado a lomo de vesugo y se an de rehazer unos canalones para el deshaguadero del agua", dimensiones de la manguardia….y "…se entiende que el mortero de cal se ha de hacer dos meses antes que se gaste y la arena aya de ser biba, cabada donde el rio la aya dejado echando de su mezcla dos de cal y tres de arena….".

Otra condición era "que para toda la dicha obra el maestro en quien se remate tenga la obligación de poner todos los materiales nezesarios por su quenta y riesgo, dando el lugar de Sancta María canteras libres

y montes para zimbrias, zanpeados y empotrados….” y así en adelante.

En otros pliegos de condiciones se establece que la piedra de sillería ha de ser *“*sin pelos, oyos, vaganteces, ni blandones”, *“*sin hendiduras*”* y la *“*han de traer de los largos, altos y atizonados que se les mande” …“labrándola y sentándola perfectamente”… .”La cal se ha de apagar bien al uso del país, quince días antes de emplearla, y para que no quede alguna porción viva u escaldada se removerá y batirá bien con el rodillo o battidora como se practica en todas las obras”. En cuanto a las mezclas *“*si la cal fuera demasiado fuerte se ará con dos capazos de cal y tres de arena, y si fuese regular con una de cal y dos de arena y esta mezcla bien batida en la batidera de manera que el mortero resulte perfecto y en la debida forma…” “Para las cepas de puentes y bóvedas y arcos de fábrica se han de echar tres espuertas de arena y dos de cal y para los manposteados de otras paredes, han de hacer las mezclas regular de dos, y una”.

Particular atención merecen las condiciones relativas a los pilotajes: la madera de los pilotes” debe ser bravía y resinosa por ser más a propósito para el agua”. Se propugna el enebro y asimismo el roble, haya, verdes, recién cortados del monte. Si se exige la colocación de puntas de hierro a veces se estipula que cada pilote tenga a lo menos un pie de diámetro con punta de hierro y aro en la cabeza. Si los pilotes no se pueden hincar con mazos “a braza” se especifica “se den a plomo con una maza que pese al menos treinta arrobas, disparada de la máquina que levante treinta y cinco pies, continuando esta operación hasta que la maza rehusse el golpe y evidencia la experiencia que no puede entrar más, en cuyo estado y que están piloteados todos los cuadros de cada planta, se han de cortar las cabezas que sobraren de los pilotes poniéndolas enrasadas con la superficie alta del enrejado”

En cuanto a la forma de pago se establecía en las condiciones que “se an de pagar las dilixencias que dicha puente de la cantidad en que fuera rematada dicha obra. Y se advierte que los pagos an de ser de esta manera, el vn tercio para comenzar, el segundo en zerrando los arcos y la tercia parte del otro tercio en teniendo acabadas las manguardias y los otros dos tercios en acabando la obra y dándola por buena”. Además “el maestro en quien se rematare tenga obligación de satisfacer la traza y condiciones a Domingo Gutiérrez de la Flor que es quien la hizo*”*. En las condiciones del contrato anterior de la misma obra se establecía que ”…Es condición que las pagas sean en esta manera: la primera paga luego que se aya cobrado el repartimiento y dada la fiança y será la quarta parte de lo en que se rrematare y la otra quarta parte en auiendo demolido lo arruynado y tenido al pie de la obra las maderas para los empotrados, y la otra mitad hecha tercios, y el un terçio en leuantando las cepas y enxarjando los arcos hasta poner cimbrias, y el otro terçio en cerrando todos los arcos con el qual acaue toda la obra, y el ultimo terçio después de dada por buena la dicha obra, la qual a de dar fenecida y acauada en dos años y medio despues de auer reçebido la primera paga…*”* .Los gastos de tramitación, repartimiento, pregones, etc. los había de pagar el adjudicatario descontándoselos de las primeras pagas que le correspondiesen. En otros casos, como en el de la obra de dos puentes sobre el rio Abendaño, en Álava, contratada en 1748, el pago se haría en dos plazos, uno al entregarse las fianzas y el otro al finalizarse y entregarse la obra, después del correspondiente reconocimiento a satisfacción del comitente, entrega que había de efectuarse “el día de San Miguel”. (Archivo Histórico Provincial de Álava, Esc. 23041)

Normalmente se establecían garantías que incluían todos los bienes muebles e inmuebles “habidos y por haber” del adjudicatario, afectando en ocasiones a los herederos como sucesores en los compromisos acordados. Por otra parte si las obras se contrataban con dos o más constructores las garantías debían ser conjuntas y solidarias. En el caso del primer puente de Ronda, arruinado por mala ejecución del contratista, que había recibido 112.000 reales, sin contar el valor de la madera y el hierro que le había sido proporcionado por la ciudad, se entabló pleito contra él y sus fiadores para recuperar dicha cantidad. (Molina Cobos, A.. 1995)

Era usual establecer un plazo de garantía durante el cual el constructor se obligaba a reparar a su costa los desperfectos o daños que se debieran a mala ejecución de la obra: *“*Y es condición que el maestro o maestros en quien se rematare la dicha obra, luego que se les aya rematado den fiança de la quiebra y dentro de çinquenta días la dé de toda la obra aprouada por la Justicia donde se diere y con testigos de abono, y la den de la terçia parte mas de lo en que se rematare y passados los dichos çinquenta días no la dando por su quenta se ponga en quiebra la dicha obra*”*. (Vaquerizo Gil, M., 1988)

La adjudicación del contrato: subastas "a la candela"

En el caso de puentes promovidos por entidades locales, una vez conseguida autorización real, tras larga tramitación con el acuerdo favorable del Consejo, etc. y asegurada la financiación, por ejemplo mediante repartimientos, el paso siguiente era pregonar la obra y llevar a cabo la subasta con su correspondiente remate. Se pregonaba la obra a ejecutar, normalmente por un mes generalmente prorrogable, indicándose el importe y, aunque no siempre, el plazo de ejecución. El día señalado concurrían los potenciales licitadores y la puja, mediante posturas a la baja de los interesados, duraba hasta que se consumiera una vela o la última, si eran varias (sistema "a candela"). Estaba prohibido que los maestros y arquitectos que habían intervenido en el procedimiento fijando el coste de la obra concurrieran a la subasta. En este sentido por resolución real del 17 de junio de 1786 se estableció la prohibición de admitir posturas y remates de obras públicas a los facultativos que hubieran regulado y tasado su coste: "mando por punto y regla general que no se admitan a posturas y remates de cualesquiera obras que se executen, bien sea en la construcción de puentes, su reparación y otras públicas, los facultativos que las hubieren regulado y tasado: y quiero, que en los remates que se hicieran de ellas se ponga por precisa condición esta circunstancia; y que los postores y remata antes hagan juramento de que no tienen ni tendrán parte directa ni indirecta en dichas obras los maestros o facultativos que hubieren tasado y regulado su coste, bajo la pena, además de la nulidad del remate, de privación de oficio y de no ser admitidos a tales contratos los que en algún caso contravinieran a esta mi disposición".

Presentadas las distintas posturas los representantes de la entidad promotora elegían la que se considerase más beneficiosa, que era por lo general la de menor importe. El pregón incluía no sólo el importe de la oferta sino las condiciones del contrato o asiento. El día del remate o subasta se admitían pujas verbales o "mejoras" sobre la inicialmente elegida, con rebaja del precio, renuncia a las "ventajas" recogidas en aquella, ampliación de la fianza, etc.

El adjudicatario del remate era aquel que al consumirse la candela hubiera hecho la postura más beneficiosa, reflejándose en un acta firmada ante el escribano que daba fe, por los representantes del promotor y la autoridad (corregidor, Intendente , etc.) que hubiera presidido el acto.

Una práctica común en las "mejoras" era el llamado "prometido", consistente en compensaciones monetarias que por el promotor ser otorgaban a los que hicieran "posturas" o pujas más bajas para así fomentar éstas. (Vasallo Toranzo, L., 2015)

Con el "prometido" se buscaba también evitar los posibles acuerdos entre contratistas locales y promover la concurrencia de postores foráneos que veían de esa forma compensados los gastos de su concurrencia al remate y preparación de sus posturas. Por ejemplo, en el puente de Santa María de Cayón, tasada la obra en 28.900 ducados dos maestros canteros hicieron una baja de un tercio, con un "prometido" de una cuarta parte de dicha baja, es decir 2.408 ducados, con lo que la obra quedaba en 21.675 ducados. Si se les adjudicaba a ellos no recibirían el "prometido" que por el contrario sí cobrarían en caso de adjudicarse la obra a otros. La puja tuvo posteriores posturas siendo el remate final de 118.300 reales con intervención incluso del Consejo Real al que el corregidor remitió toda la documentación ante tan reñida licitación.

No era infrecuente la aceptación de "posturas" con bajas tras el remate y adjudicación de la obra e incluso después de haberse admitido las fianzas, buscando siempre un precio más bajo, práctica que en ocasiones ocultaba prácticas fraudulentas.

Además del permanente control por parte del Veedor nombrado por el promotor para la correcta ejecución de las obras, con cierta frecuencia y desde luego siempre que había de procederse al pago de los ejecutado según las especificaciones del contrato se llevaban a cabo "reconocimientos" de la obra. Del resultado de la inspección, normalmente muy minucioso en cuanto a mediciones, correcta ejecución de las unidades de obra y materiales empleados, se levantaba la correspondiente acta. Así por ejemplo en el puente sobre el río Mijares en Villarreal (Castellón), en el camino real de Valencia a Barcelona, la inspección realizada durante cinco días (desde el uno al cinco de septiembre de 1787) se llevó a cabo bajo la dirección del visitador de las obras Don Juan Pablo de Salvador y Asprer, que era corregidor de la ciudad de Murcia, asistido por D. Francisco Antonio del Castillo. Marqués de Valera y Fuentehermosa, Subdelegado de la Superintendencia General de Caminos, D. Pedro Cevallos, arquitecto de la ciudad de Zaragoza, D. Anto-

nio Gilabert, D. Vicente Gascó, Director de arquitectura de la Real Academia de San Carlos y D. Bartholomé Ribelles, arquitecto director de las obras. La inspección fue muy detallada, extendiéndose a diez de los 19 "postes" (pilares) del puente, particularmente a su cimentación, profundidad, dimensiones, materiales, naturaleza del terreno, etc. y contrastando las mediciones con las reflejadas en las "Relaciones" presentadas con anterioridad por el Arquitecto director de la obra. (Bautista i García, J. D. 2018).

En el acta se indicaba que: "El poste primero de la parte de Villarreal está conforme a la Relación de los Directores y que sienta su fundamento a la profundidad de once palmos y medio contados del Nivel del Alveo del río y Rambla, con más un palmo y medio de Sillería que tiene la cadena que lo corona, y que está fundado sobre terreno sólido y firme. Que la cadena del primer arco tiene los mismos once palmos y medio de Cimiento con más el palmo y medio de Sillería que la corona. Se dio por bien sentado su Fundamento por ser sobre terreno bien consolidado.

Que el poste segundo tiene también los once palmos y medio de fundamento que nota la primer Relación; con más el palmo y medio de Sillería el qual carga en parte sobre terreno bien consolidado y en parte sobre cascajo de un palmo de alto.

Que la cadena del segundo Arco tiene nueve palmos y seis dedos de fundamento que son dos dedos menos que el primer Registro, con más la coronación de sillares. Y que está cargado, a saver, los primeros tres palmos y medio sobre cascajo suelto, los cuatro palmos que siguen un terreno capaz de sostenerla; quatro palmos y medio sobre Cascajo suelto, los quatro palmos que siguen un terreno capaz de sostenerla; quatro palmos y medio sobre Cascajo suelto; a quatro palmos y medio de altura del terreno sobre que se puede fundar; los siguientes diez y ocho palmos palmos y medio cargan sobre Peña con Veta de grava intermedia…". Así continua el reconocimiento hasta el poste noveno y la cadena del arco noveno…. *"*....Con cuya conformidad y atendiendo a la nimiedad de diferencias que se han encontrado en todas las demás mediciones por la desigualdad de los cimientos incluyéndose la del poste décimo que es hasta dónde llega este descubrimiento se dan de común acuerdo por conformes y arregladas todas a las que se nota en las Relaciones de los Directores*"*. Además del acta de reconocimiento los técnicos, en informe aparte, formulaban recomendaciones, relativas a paredones de refuerzo, pilotajes en algunas zonas, etc. especificando dimensiones, materiales y forma de ejecución, etc. concluyendo que "…con lo cual quedará la obra de este puente con solidez y permanencia en cuanto según arte y prudencia podemos alcanzar".

Para la inspección final se nombraba normalmente un maestro por parte del promotor y otro por parte del contratista. Así por ejemplo en las condiciones del puente de Cayón se establece "que es condición que habiendo acabado la dicha obra como declarado en estas condiciones se nombrarán dos maestros, uno por la parte del maestro y otro por el Corregidor de estas quatro villas….y será dentro del veinte días, que vean la dicha obra y si la an hecho con el tenor de estas condiciones, tomando la razón del beedor y con su intervención y si está fuerte y firme y si los dichos maestros declararen y dieren por buena la dicha obra dentro de quinze días se le acauará de pagar la última para y quede libre él y sus fiadores, y si declararen no aver cumplido o faltarles algo lo cumplan y hagan y acauen hasta que de todo punto este dada por buena la dicha obra y reparo". (Vaquerizo Gil, M., 1988)

Pleitos y fraudes

Era relativamente habitual que por causas diversas, fundamentalmente avenidas torrenciales, los puentes sufrieran daños hasta llegar incluso a su destrucción. En esos casos se entablaban pleitos que duraban largo tiempo entre los promotores de las obras y los contratistas. Un caso bien documentado es la obra del ya citado puente de Cayón, cuya ruina dio lugar a un proceso legal entre el Concejo de dicha villa y el maestro cantero a quien se había adjudicado el remate, Pedro de Agüero Soto, que había concluido la obra treinta años antes, pleito que condujo al encarcelamiento del contratista "con cadena y grillos", a pesar de ser octogenario, cuando huía, después de haberse subastado sus bienes para hacer frente a su responsabilidad por defectuosa ejecución de las obras, según el proceso seguido contra él con intervención de numerosos testigos por una parte y por otra. Hubo de reconstruirse el puente, para lo cual se siguió nuevamente el lento y prolijo procedimiento habitual pero de nuevo volvió a destruirse y nuevamente se entabló un pleito similar entre el comitente de la obra y el nuevo contratista, en este caso Juan de Solana Quintanilla, cuya "postura" ofrecía una rebaja

de la cuarta parte sobre el remate- 14.400 ducados- en virtud del cual la obra se había adjudicado antes al maestro cantero Juan de la Mora, y además con un "prometido" de la cuarta parte de la rebaja- 1.600 ducados. En esta ocasión el constructor quedó exonerado de responsabilidad después de 26 años de disputas. En 1745 el puente estaba funcionando con normalidad.

No era infrecuente que en las obras de puentes del siglo XVIII se produjeran fraudes, tanto en la adjudicación como en la ejecución de aquellas. A este respecto es muy significativo un documento de 1785 en el que bajo el título de "Proyecto sobre fraudes de obras públicas" Don Juan de Castrillo Villamor (A. H. N., Consejos, Leg.2932, 32-1), residente en Madrid, denuncia ante el rey las irregularidades que se cometían. Según indica en su escrito "le constan al exponente que el Real y Supremo Consejo de Castilla a conocido en algún modo los fraudes con que se manejan muchos arquitectos en los remates y construcción de obras públicas pero aunque las justificadas probidencias de tan celosos Ministros como incluie aquel serio Tribunal se han dirigido a el más equitativo arreglo en beneficio de los pueblos y vecinos que sufren y costean dichas obras no se ha logrado tan laudable fin, por lo que adelanta la malicia en algunos arquitectos, a cuyo cargo se dirijen y construien por asiento o adjudicación. Tres son los grandes perjudicados que en el día producen las obras públicas que se adjudican a sujetos inprácticos, interesantes y perturbadores de la buena sociedad; el primero contra sus Reales intereses, consignados en los sobrantes de productos de Propios y Arbitrios de los pueblos, porque tal bez las demasías en que se proiectan dichas obras recaen sobre este fondo. El segundo que cuando suceda este caso sufren maiores dispendios los miserables pueblos con excesivos duplicados repartimientos por mala versación de caudales a los maestros encargados, su inpericia o pronta ruina de las obras que toman a su cargo quedando estos solbentes de tan graves resultas por su notoria indiferencia y engañados los que les subministran caudales para su construcción y adelantos, sin que por esto dejen de mezclarse en otras obras por ocultos medios; y el tercero que aun quando en los reconocimiento se declaren por cumplidos muchas veces no se verifica esta qualidad por las ruinas o quiebras experimentadas en ellas a los quatro o seis años de su entrega sirviendo de disculpa a los encargados las ponderadas abenidas como si no hubiese ejemplares en los ríos de maior acopio de aguas ver permanentes y sin lesión sus puentes y calzadas siglos de años por más que la intemperie y furia de las crecientes haia trabajado contra dichas antiguas fábricas de que citaría a V.E. muchas existencias sino fueran tan notorias en todo el Reino como la insuficiencia de otras construidas y proiectadas por varios maestros modernos que sólo aspiran al logro de sus maiores intereses, atropellandolas para percibir el último tercio de su adjudicación o remate".

El denunciante alude a que los adjudicatarios dan parte de sus ganancias no sólo al maestro proyectista sino también a los que practican los reconocimientos sucesivos de adelantos de obra para la entrega de los tercios, "cuio nombramiento de Peritos facilita el influjo o mañosidad de los escribanos de puentes, bien pagados de los maestros constructores"

Cita como muestra algunos casos, reduciéndose a los de Valladolid, como por ejemplo las obras de reparación del puente de Mansilla de las Mulas, *"*...a cargo de D. Pedro Arnaiz que ha recibido 126.000 reales por los dos primeros tercios de la obra a pesar del gran retraso de la misma por favor del escribano Don Baltasar de Cospedal y del arquitecto Don Pedro González Ortiz pues al parecer este tenía bajas con Arnaiz en las obras de los puentes de Salvatierra, Yllán, Palenzuela y otros". Sigue relatando otras irregularidades de Ortiz en La Cabada, puente y calzada de Peñafiel, puente y calzada de Medina de Rioseco-tasadas en 1.080.000 reales -en la que hizo una baja de 80.000 reales y sobre esta otra de 200.000 reales. Otros casos que cita son los de Juan de la Riba, con irregularidades de obras en Soria; Pedro García, de Madrid, con excesiva baja en la obra de Alberche; Diego Ochoa, de Galicia, en la del puente de Haro etc. Después de su exposición de casos el denunciante propone: "…que no se admitan bajas en las obras ya proyectadas o que se tasen nuevamente; que todos los proyectos no puedan hacerse por maestro alguno que no sea nombrado por el arquitecto de Reales Obras Don Juan de Villanueva; que los reconocimientos para la entrega de los tercios vencidos y total de la obra se hagan por el mismo arquitecto Don Juan de Villanueva, no por arquitectos comisionados; que no vaya un escribano "que se agrega con su Amanuense todos bien regalados, llebados y traídos a sus casas , esto quando no tienen la sigilosa parte en las obras que reconocen , que no se adjudique obra alguna a los que no presenten en el Real Consejo

testimonio auténtico del escribano de Puentes de cada respectiva provincia autorizado con el visto bueno de su Intendente que acrediten haber construido al menos dos obras de puentes en Ríos Matrices, entregadas y aprobadas como corresponde; que se forme matrícula de los sujetos más idóneos, prácticos y de buena conducta para adjudicarles las que concurran en lo sucesivo; poner en las obras de alguna consideración un Interventor de cuenta nombrado también por Don Juan de Villanueva. Y finalmente se ofrece a dar nombres de facultativos que a su juicio reúnen características de experiencia, probidad y honradez adecuadas para llevar a cabo obras de puentes todo lo cual lo firma en Madrid el 22 de enero de 1785.

Lista de referencias

Arenas de Pablo, Juan José .2005. "Ingeniería y obra pública civil en el Siglo de las Luces". En *Técnica e ingeniería en España*. II. El siglo de las Luces pp.383-427. Real Academia de Ingeniería. Madrid.

Bautista i García, Joan Damiá. 2018. "Arquitectura de l'Academicisme a Vila-real". En *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*. T.LXIV pp. 110-148. Castellón.

Cardiñanos Bardeci, Inocencio. 2015. "Nuevas noticias sobre el primer y antiguo puente del Tajo". En *Boletín de Arte*. pp. 272-280. Madrid.

Crespo Delgado, Daniel y Grau Fernández, Marta. 2007. "Restaurar una obra pública en la época de la Ilustración: el puente de Alcántara". En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Hª de la Construcción.* pp. 243-252. Madrid.

Castrillo Villamor, Juan. 1785. *Proyecto sobre fraudes de obras públicas*. A. H. N. Consejos. Leg.2932, 32-1.

Cruz Villalón, María. 2003. "El puente de Alcántara en los siglos XVII y XVIII. Noticias sobre su estado y planeamiento de restauración". En *NORBA- ARTE* vol. XXII-XXIII. pp. 89-99. Cáceres.

Expediente sobre la exoneración del pago de un puente nuevo en Ciudad Rodrigo por parte de Francisco Agustín del Águila Osorio, marqués de Espejo y por parte del Cabildo de dicha ciudad. 1770. Archivo Histórico de la Nobleza. Valencia, C.7, D. 18-20.

Fernández González, Alberto. "Puentes históricos de Galicia en el siglo XVIII". 2011. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid.

Fernández de Mesa, Thomas Manuel. 1755. *Tratado legal, y político de Caminos públicos y possadas*. Valencia. Ed. facs. Librería Paris-Valencia.

García Melero, José Enrique. 1996. "Los puentes y la Comisión de Arquitectura (1786-1808)". En *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie III, t.9, pp. 189-217. Madrid.

González, Rosa Mª. 1978. "Un aspecto de la política caminera del siglo XVIII: Régimen laboral y económico en la construcción de la carretera del Puerto de Guadarrama". En *Cuadernos de investigación histórica* Fundación Universitaria española Madrid. pp. 259-268. Madrid.

Lope Toledo, José María. 1956. "Los resultados de una antigua riada del Ebro". En *Berceo* pp. 365-368.Logroño.

Menéndez Martínez, José María. 1990. "Administración y contratistas de obras públicas en la España ilustrada". En *Informes de la construcción*, vol. 42, nº 407 pp.78-83. Madrid.

Molina Cobos, Antonio. 1995. "El puente nuevo de Ronda". *CAUCE 2000.* pp. 70-75. Madrid.

Moráis Morán, José Alberto. 2013. "El puente del Cardenal (Cáceres) y su historia arquitectónica". En *Actas del octavo Congreso Nacional de Hª de la Construcción* pp. 707-716. Madrid.

Ossa Giménez, Elena de la. 1998. "El puente de piedra de Murcia. Los ingenieros que lo trazaron y ejecutaron". En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Hª de la Construcción*. pp. 125-129 Madrid.

Redondo Cantera, Mª José y Aramburu-Zabala, Miguel Ángel. 1996. "La construcción de puentes en el siglo XVIII: Innovación y tradición". *Actas del Primer Congreso Nacional de Hª de la Construcción*.pp.435-443. Madrid.

Rodríguez González, Carmen y González Martínez, Rosa Mª. 1985. "Hacia la estatalización los impuestos sobre el tráfico en España (1745-1844)". En *Investigaciones Históricas.* Época Moderna y contemporánea. Nº 5. pp. 55-108.Madrid.

Rotaeche Galiano, Miguel. "Maestros de obras, aparejadores, alarifes, arquitectos e ingenieros en la España del siglo XVIII". 2015. *En Actas del Noveno Congreso Nacional de Hª de la Construcción*, pp. 1511-1519. Segovia.

Sánchez Lázaro, Teresa. Sobre el empleo de presidiarios en las obras públicas. 1990. En *Carreteras*, nº 53. pp. 49-51. Madrid.

Sánchez Rey, J. Agustín Los caminos en España hacia 1750 y los medios para su financiación.1996. En *Revista de Obras Públicas*, nº 3360, pp.67-81. Madrid.

Sánchez Rivera, José Ignacio *et alter.* 2009. "El puente de Renedo sobre el Esgueva y su relación con los proyectos ilustrados contemporáneos". En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Hª de la Construcción* pp.1307-1316 Madrid.

Valor Bravo, Diego. 2016. "La Alcaidía del Puente de Alcántara". En *Revista de Obras Públicas.* núm. 3574. pp. 55-60. Madrid.

Vaquerizo Gil, Manuel. 1988. "Ruinas y reconstrucción del puente de Santa María de Cayón en la Edad Moderna". En *Altamira* t. XLVII. pp. 309-354. Santander.

Vasallo Toranzo, Luis. 2015. "El 'prometido' en las subastas a la baja de contratos de obras durante el siglo XVI". En *Actas del Noveno Congreso Nacional de Hª de la Construcción.* pp. 1749-1756. Madrid.

Los concursos nacionales de albañilería en la España del franquismo

Irene Sanchidrián Ramos
Julián García Muñoz
José Antonio Rodríguez López

Nada más terminar la Guerra Civil, la dictadura militar reorganizó los premios y concursos nacionales existentes hasta entonces. Los nuevos responsables ministeriales suprimieron muchos de los antiguos galardones e instituyeron otros de nuevo cuño. Los cambios afectaron a todos los ámbitos, desde las artes hasta las ciencias o el trabajo.

Consciente del potencial propagandístico de estos reconocimientos, el régimen puso en marcha una eficaz maquinaria para divulgarlos (Basilio 2007). El principal medio de difusión, además de periódicos y revistas, fue el NO-DO, un noticiario cinematográfico de proyección obligatoria que resultó esencial para la diseminación del ideario franquista.[1] Concebido desde un principio como informativo sobre temas de actualidad nacional e internacional, el NO-DO tuvo una orientación fuertemente política en sus primeros años, pero, tras el final de la II Guerra Mundial, se reencauzó hacia temas más amables —y menos comprometedores: la dictadura necesitaba alejarse de sus antiguos aliados europeos—. Entre ellos estuvieron los concursos nacionales.

Uno de los primeros concursos que pudo verse en el noticiario fue el Nacional de Artesanía, proyectado en diciembre de 1946.[2] El reportaje, de poco más de un minuto, consistía en un breve recorrido por la muestra de los trabajos premiados, acompañado de una voz en off que exaltaba los valores de la tradición nacional. Crónicas como esta resultaban idóneas en aquel momento, y los noticieros incluyeron ese mismo año otras muchas similares.[3] Sin embargo, los responsables del NO-DO pronto entendieron que los concursos-exposición eran poco atractivos desde un punto de vista audiovisual, y fueron decantándose por otro tipo de competiciones: las de oficios, que resultaban mucho más telegénicas. En este formato, los reporteros podían mostrar a los participantes en acción, combinando la imagen del esfuerzo laboral con la narrativa típica de las competiciones deportivas; y luego rematar con la obligada entrega de premios, que se oficiaba en escenarios saturados de iconografía franquista. Así, desde finales de la década de 1940, el NO-DO incluyó reportajes sobre todo tipo de concursos de oficios. Entre los primeros estuvieron el Nacional de Entibadores Mineros, celebrado en 1948;[4] o el Laboral de Albañilería, antecedente del Nacional, que tuvo lugar en 1949.

Además de para proyectar una determinada imagen del régimen, estos concursos se convocaban y divulgaban con la intención de espolear la recuperación de la industria del país, contribuyendo a la llamada *reconstrucción nacional*. Para formar a las clases trabajadoras, el régimen había retomado la filosofía de los programas de formación profesional previos a la II República, promoviendo iniciativas que, como los Talleres Escuela de la Obra Sindical, los Institutos Laborales o las Universidades Laborales, combinaban formación técnica y adoctrinamiento ideológico (Dávila 2014, 51). Los concursos de oficios formaban parte de esta estructura de forma-

Irene Sanchidrián Ramos; Julián García Muñoz; José Antonio Rodríguez López– Universidad Politécnica de Madrid

ción, en la medida en que cumplían la función de llamadas a alistarse en estos programas. El vínculo entre concursos y formación profesional es explícito en muchas crónicas y reportajes, como *Llamada a la juventud*, filmado para publicitar las Escuelas de Maestría Industrial;[5] pero también queda patente en iniciativas como los Concursos de Formación Obrera, muy similares a los Nacionales (Molina 2020, 142-143), o en el hecho de que muchos de los Concursos Nacionales se celebraran en escuelas de Formación Profesional. La madrileña Institución Virgen de la Paloma de Madrid, en la que se impartía formación en distintos oficios, albergó el Nacional de Albañilería en varias ediciones.

Los primeros concursos de albañilería

Son muchos los antecedentes de estos concursos de oficios, y en particular de los relacionados con la construcción. Ya en 1918 la Sociedad Central de Arquitectos había propuesto la celebración de «Concursos de Oficios relativos a la construcción y decoración entre obreros exclusivamente».[6] Desde principios de siglo se convocaron distintos Certámenes del Trabajo, incluido el Nacional del Ayuntamiento de Bilbao, que incluían premios para las industrias de la construcción de mayor importancia en la zona, como las del hierro y la madera. Estos certámenes siguieron celebrándose, con diversos cambios, hasta 1934, contando entonces con el beneplácito del gobierno republicano. En ese año fue el ministro de industria, Vicente Iranzo, el encargado de entregar los premios. [7] Algunos dirigentes de la II República intentaron unificar este y otros certámenes similares, asociándolos a la festividad del primero de mayo, pero sus intentos no prosperaron. Es posible que las dificultades que encontraron se debieran a su similitud con los *Reichsberufswettkampf*, los Concursos Profesionales del Frente Alemán del Trabajo, que los sindicalistas republicanos no veían con buenos ojos. [8]

Terminada la guerra, y pasada la carestía de la década de 1940, fue el Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento (ITCC), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (asignado a su vez al Ministerio de Educación Nacional), el encargado de la convocatoria de los nuevos premios y concursos en materia de construcción y arquitectura. En 1949, el ITCC lanzó hasta seis convocatorias «con el objeto de fomentar cualquier actividad tendente a la mejora de los sistemas de trabajo, rendimiento de la producción, o mejor conocimiento de los materiales», que incluyeron desde el «Concurso sobre temas relacionados con la soldadura» hasta el «Internacional de Viviendas», cuyo objeto era promover la prefabricación y la industrialización (Azorín 2012, 55). Junto a todas estas convocatorias, el instituto propuso, en las mismas fechas, el Concurso Laboral de Albañilería, embrión de los posteriores Concursos Nacionales.

A este primer Concurso Laboral de 1949 se le dio en algunas publicaciones el nombre de *concurso nacional*, pero fue en realidad un certamen de carácter local, al que sólo concurrieron trabajadores radicados en Madrid. Fue una convocatoria limitada en su alcance, pero que desempeñó un papel fundamental como antecedente y punto de partida de las competiciones posteriores.

Las bases del concurso y el enunciado del primer ejercicio debió redactarlas el ingeniero de caminos Isidoro de Blas Gómez, un técnico del ITCC muy interesado en la optimización de los procesos de construcción, que estuvo implicado en la mayor parte de las convocatorias de los primeros años. A finales de la década de 1940, de Blas había pasado «por encargo del director del Instituto», un año trabajando «como peón de albañil, en obras de construcción (...) para estudiar el problema obrero (...) a fin de captar hasta en sus menores detalles el proceso de construcción» y proponer «nuevos planes de trabajo y nuevos sistemas». Tras este periodo, de Blas «creyó conveniente cotejar sus procedimientos con los que se emplean en Norteamérica, y a este efecto se fue a aquel país, donde permaneció casi un año, recorriendo obras importantes y tomando nota de las innovaciones que observó».[9] De muchas de estas experiencias dejó constancia en los artículos y libros que publicó en esos años. [10]

Al ITCC se sumó la gran matriz de la industria de la construcción española en esos años, el Sindicato Nacional de la Construcción, Vidrio y Cerámica (SNCVC), que se encargó de proporcionar los medios y materiales necesarios. Cada entidad aportó dos técnicos al equipo organizador, finalmente compuesto por «el arquitecto señor Carnicero y el ingeniero señor de Blas, y los aparejadores señores Capuz y Bouso».[11]

La prueba se celebró el domingo 26 de junio «en el solar del futuro Stadium la Ciudad Universitaria

Figura 1. Concurso Laboral de Albañilería (VV.AA. 1949a)

de Madrid»; es decir, en el actual campo de deportes de INEF, muy cerca de la Escuela de Arquitectura (Figura 1). Aunque participaron albañiles en paro, la mayoría de las 54 cuadrillas concursantes estaban formadas por trabajadores de empresas constructoras, desde pequeñas compañías locales hasta grandes contratistas como Agromán, Fomento de Obras y Construcciones, Huarte y Cía o Corsan. A cada equipo se le entregó «un plano detallado a escala y en perspectiva» del ejercicio propuesto, en este caso «un pequeño elemento de fábrica de ladrillo de medio pie, en forma de arco semicircular de un metro de luz, con unas hiladas de contrarresto». La pieza había sido «previamente ejecutada por el maestro señor Grau en la Escuela Superior de Arquitectura, con el fin de estudiar el tiempo y demás circunstancias que pudieran ser de interés» (Canosa 1949, 304).

El ejercicio debía completarse en menos de dos horas (Figura 2). Se decidió valorar «la rapidez, el esmero y lo acertado del aparejo», por lo que se cronometraron los tiempos y se examinó el uso que cada cuadrilla dio a los medios proporcionados.[12] Al finalizar, el jurado —presidido por Emilio Canosa, director de la Escuela de Arquitectura, al que acompañaban los dos aparejadores de la organización y «los maestros albañiles López Montalvo y Grau»— revisó los resultados y otorgó los premios correspondientes (VV.AA. 1949b).

Figura 2. Construcción de uno de los ejercicios del Concurso Laboral (VV.AA. 1949a)

Entre las autoridades que asistieron al concurso se encontraba el entonces ministro de Industria y Comercio, Juan Antonio Suanzes, quien iba a encargarse de la entrega de premios. Suanzes —de forma inesperada, según recogieron varios reportajes— decidió de «costear los estudios [de la carrera de aparejador] de los cuatro obreros que, a juicio del tribunal, reuniesen méritos y estuviesen en condiciones de poder seguir los estudios con el debido aprovechamiento» (VV.AA. 1949b). Durante años se dio mucha publicidad a esta ayuda, que efectivamente se concedió a al menos dos de los participantes más jóvenes,[13] pero que no volvió a repetirse en ediciones posteriores. La carrera de Aparejadores no sufría entonces de falta de alumnos, sino todo lo contrario: recién instalada en las plantas superiores de la Escuela de Arquitectura, se enfrentaba a serias dificultades para acomodar, en un espacio reducido, a un número de matriculados creciente.

El Concurso Nacional de 1950

Tras el éxito de este concurso se celebró al año siguiente, 1950, el primer Concurso Nacional de Albañilería de carácter oficial. Fue la primera convocatoria en adoptar una estructura en dos fases: una prueba clasificatoria, organizada a nivel regional o provincial, y una final estatal, a la que accedían las cuadrillas vencedoras de las pruebas anteriores. Este formato, así como muchas de las pautas establecidas para esta edición, se mantuvieron en las posteriores. De la organización del concurso —y de los que seguirían— se encargó el Sindicato Vertical de la Construcción, Vidrio y Cerámica, al frente del cual estaba en aquel momento el general Pedro Méndez Parada. [14]

Las pruebas clasificatorias se celebraron a lo largo de abril de 1950, en jornadas dominicales.[15] En muchos lugares se combinó la competición con lo religioso y lo festivo, comenzando con una misa y finalizando con una comida de hermandad. Los ejercicios y los premios variaban según la provincia, siendo generalmente de menor cuantía que los correspondientes a la final nacional, lo que subrayaba la relevancia de esta última. [16]

La prueba nacional se preparó con especial esmero. Se decidió primero el enunciado (Figura 3), optándose por «la propuesta de Luis Moya, consistente en una bóveda de un solo tablero de rasilla apoyada sobre dos contrafuertes y un tacón» (VV.AA. 1950b, 17). Para asegurar la viabilidad del enunciado, unos días antes del concurso una cuadrilla experimentada lo construyó a modo de ensayo (Figura 4), comprobando que podía ejecutarse dentro del tiempo previsto y con los mismos medios que se entregarían a los participantes.

> Al objeto de estudiar a fondo la pieza (...), se reunió en el sótano de la Escuela Superior de Arquitectura el pleno del Jurado, y bajo su dirección se ejecutó por una cuadrilla el modelo señalado. Durante la realización de este ensayo se consideró oportuno modificar algunos extremos sin importancia, para acortar la duración de la prueba, sin que variara (...) la idea primeramente concebida.

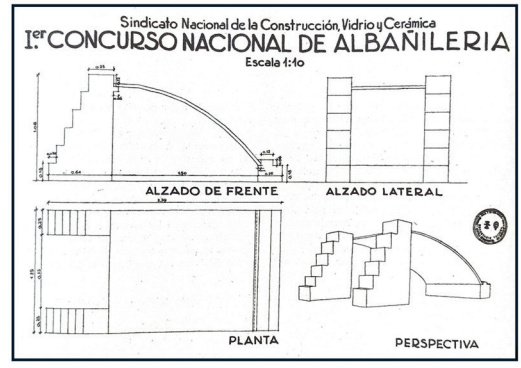


Figura 3. Ejercicio propuesto para el I Concurso Nacional de Albañilería (VV.AA. 1950, 56)

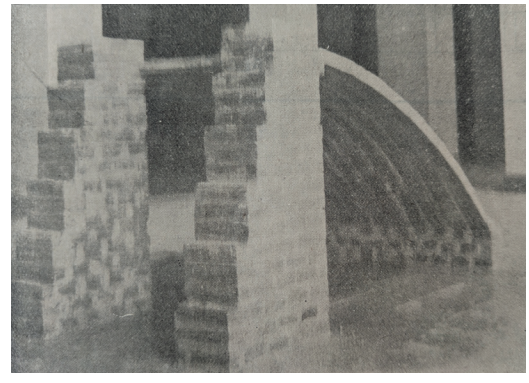


Figura 4. Muestra preparatoria en el IV Concurso Nacional (VV.AA. 1950, 55)

La competición se celebró el domingo 18 de junio,[17] en el campo de deporte del Instituto de Formación Profesional Virgen de la Paloma. Allí, y luego de acotarse las parcelas para las cuadrillas, «se procedió a la entrega a cada una de ellas, en sobre cerrado, del plano de la pieza a escala 1:10 (...) y se dispuso que simultáneamente todas rompieran el sobre, dándose diez minutos para que consultaran las dudas que pudieran surgirles». Entendido el ejercicio, se dio comienzo a la prueba, para la que se estableció un plazo de tres horas y 45 minutos. Cada cuadrilla lo resolvió de forma diferente («unas empezaron por colocar las cuatro miras en los puntos límites de la pieza; otras se dedicaron a edificar sin auxilio de miras el apoyo inferior de la bóveda»; VV.AA. 1950b, 18), pero todas terminaron a tiempo sus respectivas construcciones, con mejor o peor fortuna.

El jurado, presente durante toda la prueba, valoró «no sólo la buena ejecución, mejor aparejo y velocidad de construcción, sino también el ahorro de material, para lo cual se destacó un técnico que fue contando todas las piezas sobrantes en cada parcela» (VV.AA. 1950b, 20). Se concedió gran importancia a la idoneidad de la solución de aparejo, de la que se publicaron análisis muy detallados. Terminada la prueba, el jurado concedió, «por unanimidad, el primer premio, de 5.000 pesetas (...), al equipo madrileño, compuesto por el oficial Francisco Zúñiga y el ayudante Juan Biana; el segundo premio, de 3.000 pesetas, al equipo de Salamanca (...); el tercero, de 1.500 pesetas, a la cuadrilla de Tarragona (...); y el cuarto, de 1.000 pesetas, a la representación de Albacete».[18] Las autoridades presentes se encargaron, al término del acto, de la entrega de premios.

Los concursos de la década de 1950

Las pautas establecidas para el concurso de 1950 —la organización por cuenta del SNCVC, la asesoría técnica del ITCC o el formato de doble ronda, con pruebas provinciales en mayo y nacionales en junio—, se mantuvieron hasta la última convocatoria, ya en los años setenta. El enunciado del ejercicio a concurso, sin embargo, sí evolucionó. Si en la primera convocatoria los responsables lo habían concebido como un juego de lógica, buscando premiar a quien mejor usara unos recursos limitados para construir una forma sencilla, en las ediciones siguientes empezaron a optar por formas más sofisticadas, que requerían tanta destreza como perspicacia, y que conllevaban, sobre todo, mucho más tiempo de ejecución. Lo que se concibió como una breve prueba de ingenio acabó convirtiéndose, así, en un largo examen de habilidad.

Se optó casi siempre por piezas de gran dificultad. En algunos casos fueron formas poco habituales en las obras de construcción en la época; en otros, superficies más de moda. A la escalera de 1950 siguieron un helicoide de rasilla que rodeaba una pilastra cuadrada, en 1951; un muro con rosetón en celosía en forma de estrella, en 1952; y una «pilastra de planta cruciforme atravesada por un plano elíptico de cuarenta y cinco grados», en 1953 (Figura 5).[19] Eran formas poco frecuentes, aunque también se hicieron otras más habituales: en 1955 un arco parabólico con

Figura 5. Cuadrillas trabajando en el IV Concurso Nacional (NODO NOT 548, 1953)

Figura 6. Construcción de uno de los ejercicios del VI Concurso Nacional. (NODO NOT 651, 1955)

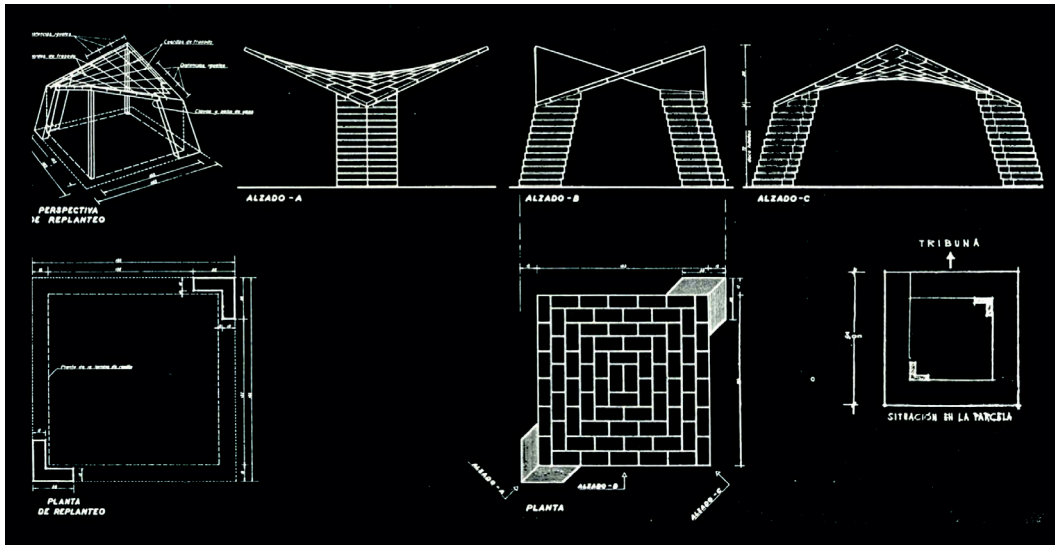


Figura 7. Ejercicio propuesto para el VII Concurso Nacional. (VV.AA. 1956, 48)

sección doble T variable (Figura 6); en 1956, un paraboloide hiperbólico sobre dos pilares inclinados (Figura 7 y 8), y en 1958 un juego de tres paraboloides hiperbólicos.[20] En esa época, la arquitectura nacional era pródiga en formas similares: de 1956 es la madrileña Iglesia de Santa María del Pilar, de Luis Moya y José A. Domínguez Salazar.[21]

La obsesión por los alardes formales trajo consigo algunos problemas. Los organizadores del concurso de 1954 diseñaron un «arranque de bóveda en planta de ala de gaviota» tan inestable como difícil de ejecutar con los materiales que se proporcionaron, y que «se derrumbó en plena construcción a ocho de las veinte cuadrillas participantes». El más difícil todavía llegó en el ejercicio de 1959, consistente en un arco de medio punto en muro curvo con un ángulo que hacía el equilibrio casi imposible: tras el descimbrado, «sólo quedaron en pie los de Barcelona, Salamanca y Logroño» (Figura 9).[22]

Figura 8. VII Concurso Nacional. (VV.AA. 1956, 48)

Figura 9. Cuadrilla ganadora del X Concurso Nacional. (El Noticiero universal, 29/6/1959, 21)

Muchos de los concursos de esta década se vieron en el NO-DO. Al Laboral de 1949 siguieron el Provincial de Madrid de 1950 y los Nacionales de 1953 y 1955.[23] La cobertura en prensa fue también muy completa en esa época, con frecuentes reportajes en periódicos y revistas de tirada nacional y regional.

Las décadas de 1960 y 1970

A partir de 1960 el interés por los concursos decayó. Los periódicos locales siguieron informando de las pruebas provinciales, pero los diarios de gran tirada apenas recogieron las nacionales. Hubo un intento de revitalizar la iniciativa en 1965 y 1966, con dos nuevos reportajes en el NO-DO,[24] pero la cobertura en otros medios siguió siendo anecdótica. Los motivos de esta indiferencia no están claros, pero lo cierto es que la albañilería iba poco a poco quedando relegada a un segundo plano en el interés del sector. En la década de 1950 se había conseguido normalizar la producción de hormigón y acero, dando comienzo a una industrialización que sería fundamental en el crecimiento de las décadas siguientes. Los nuevos paradigmas eran modularidad y prefabricación: el fomento de la albañilería no era ya una prioridad para las autoridades.

Tal vez por este motivo, los enunciados de los ejercicios de las décadas de 1960 y 1970 demuestran cierto cansancio, además de una notable tendencia a repetir formas previas (Figura 10 y 11). En 1965 se hizo una segunda escalera (Figura 12), en este caso de dos tramos; en 1971, un juego de aparejos cruzados muy similar al de 1957; y en 1973, un triple paraboloide casi idéntico al de 1958. Algunas de estas repeticiones, conscientes de los problemas que dieron las piezas originales, se rediseñaron para adaptarlas a la lógica de la construcción con fábrica. La superficie curva que se construyó en 1966, por ejemplo, recordaba algo a la de 1954, pero en esta ocasión se incluyó un contrafuerte que permitía garantizar su estabilidad. [25]

A principios de 1977 el gobierno reconoció el derecho de los trabajadores a la asociación libre, lo que provocó una completa reordenación de la estructura sindical. Ese año desaparecieron los Sindicatos Verti-

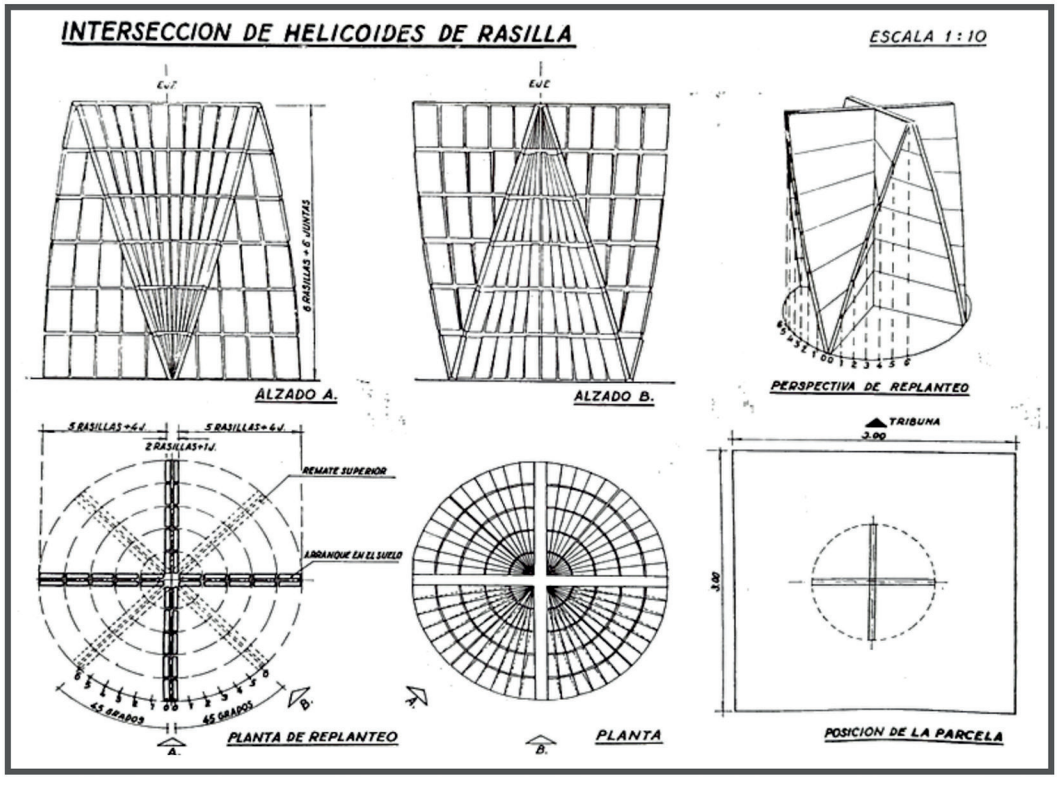


Figura 10. Ejercicio propuesto para el XI Concurso Nacional (VV.AA. 1960, 4)

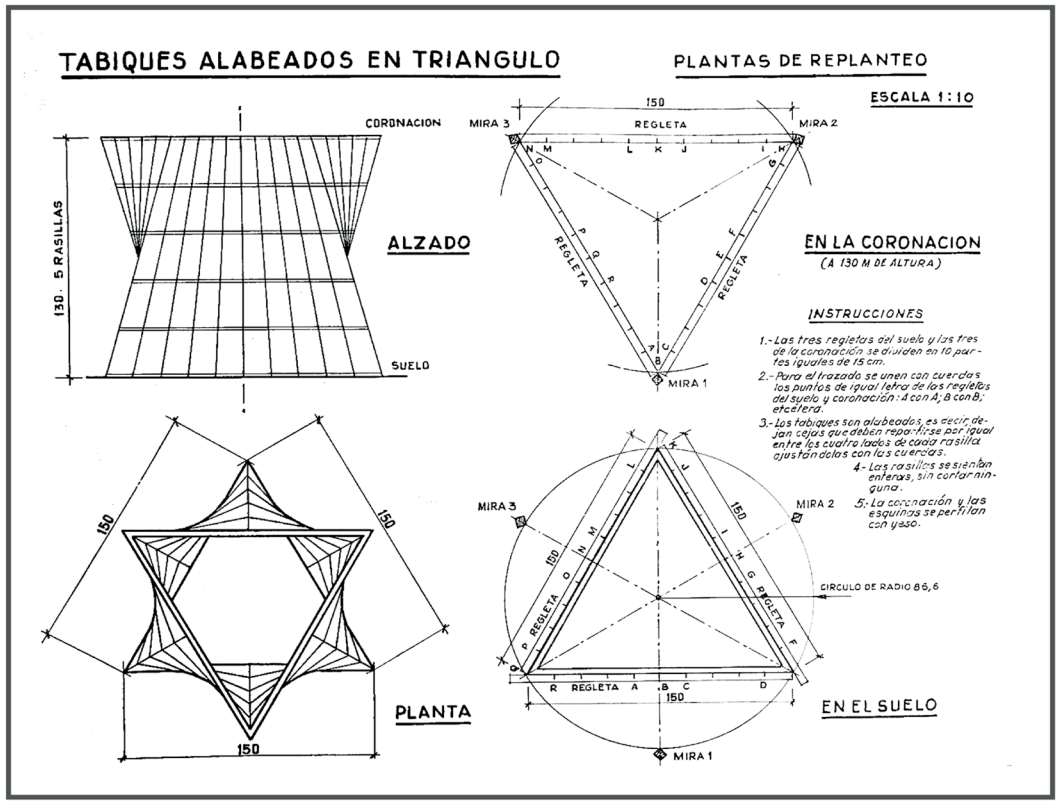


Figura 11. Ejercicio propuesto para el XIII Concurso Nacional (VV.AA. 1962, 7)

cales, y, con ellos, los Concursos Nacionales y Provinciales de Albañilería. El XVII Concurso Nacional, celebrado en Huesca en junio de 1976,[26] fue una de las últimas actividades que organizó el SNCVC en su historia. Desde entonces han seguido celebrándose concursos de albañilería por todo el territorio nacional, convocados por entidades privadas o administraciones locales. Son conocidos, entre otros, los de Málaga o Tarragona. Algunos —como el de Cáceres, uno de los más antiguos— tienen su origen en los antiguos concursos del Sindicato Provincial.[27]

Los concursos como testimonio técnico y político

El interés de los Concursos Nacionales de Albañilería es, desde un punto de vista técnico, notable. El análisis de los enunciados del concurso, o del seguimiento de los medios en cada convocatoria, pueden ayudar a entender el modo en que operaba la industria de la época. También es evidente que se crearon

Figura 12. Construcción de uno de los ejercicios del XVI Concurso Nacional (NODO NOT 1164, 1965)

con intención política. Aunque el argumento oficial era que se hacían para recuperar la albañilería tradicional y los valores nacionales, el verdadero objetivo de las autoridades era proyectar su idea las relaciones laborales y de clase. Esta intención resultaba patente en el tono de los reportajes, fuertemente clasista al principio y algo más paternalista después:

> por esta iniciativa sindical [el Concurso Nacional de Albañilería de 1950], el albañil, es decir el «paleta», ha dejado de ser un ente confinado en los últimos estratos de la sociedad española para pasar a ocupar el primer plano de la actualidad nacional (...). El orgullo que veíamos asomar a las caras de esos hombres al recibir de manos de autoridades y jerarquías asistentes a los premios, el estrechar de manos e incluso los abrazos, símbolo de confraternización entre los de arriba y los de abajo, es más de lo que a la hora de la verdad se puede pedir de un pueblo identificado con sus gobernantes. Y esto es lo que devuelve a los humildes obreros de la construcción una fisonomía noblemente humana que hubieran acabado por perder de un modo definitivo a remolque de unos avatares políticos en los que sólo como carne de urna o de cañón fueron utilizados (VV.AA. 1950a, 8).

El régimen siempre vio los concursos como una ceremonia pautada en la que la caridad de «los de arriba» premiaba el esfuerzo de «los de abajo». Los reportajes del NO-DO enfatizaban esa particular relación, reforzándola con una escenografía a medida. Las autoridades intentaban, con ello, infundir en el empobrecido público de posguerra una peculiar forma de esperanza: la idea de que, si uno trabajaba duro —y acataba las normas de los vencedores— era posible un mínimo desahogo económico. Los reportajes tenían el tono de un acontecimiento deportivo, pero también el del reparto de premios de la lotería navideña. Los concursos de oficios —este y otros— desempeñaban el papel de *loterías gremiales*, dignificadas, en apariencia, por el esfuerzo en el trabajo.

Desde el punto de vista actual, los reportajes periodísticos y del NO-DO tienen, además, otro valor añadido: el de ser registro documental de una práctica, la de la albañilería tradicional, en vías de desaparición. Las técnicas necesarias para resolver muchos de los ejercicios que se plantearon —las bóvedas tabicadas, por ejemplo— apenas se emplean hoy en día. El modo en la que los albañiles de mediados del siglo XX manejaban materiales o herramientas mantenía todavía un contacto con las tradiciones antiguas que hoy hemos perdido. Los registros que los medios de la época hicieron de estos concursos —en ocasiones, como se ha visto, muy exhaustivos— pueden ayudar a recuperarlas.

Notas

Este trabajo ha contado con la ayuda de la Cátedra ÁVITA-UPM.

1. Las siglas correspondían al organismo que producía los reportajes, Noticiarios y Documentales Cinematográficos. (Rodríguez 1999).
2. El Concurso Nacional de Artesanía, organizado por Falange Española, venía celebrándose desde 1943. La de 1946 era su cuarta edición. NODO NOT N 205 B, 09/12/1946. Puede consultarse VV.AA. 1946, 19.
3. Incluyendo otra visita al Nacional de Artesanía. NODO NOT N 257 B.
4. NODO NOT N 292 A.
5. Archivo RTVE, *Revista Imágenes* 708, 01/01/1958, 6'58". Véase Molina 2021, 775 y siguientes.
6. *Boletín de la Sociedad Central de Arquitectos*, 15/7/1918, 3.
7. *El Siglo futuro*. 27/8/1934, 2.
8. *La Correspondencia internacional*, 27/4/1934, 526.
9. *Pueblo* 19/10/1949, 12. Véanse también las Actas de la comisión del Patronato Juan de la Cierva del 6/3/1946 y del 13/4/46. Archivo CSIC/ 001/1946-03-06 y 027/1946-04-13.
10. Entre otros, *El hormigón "aireado" como nuevo material de construcción* (1946); *Memoria sobre la construcción de encofrados* (1951); *Puesta en obra del hormigón armado* (1952); o *Maquinaria en obras: hormigoneras* (1953).
11. Véase Canosa 1949, 304. Por parte del SNCVC se encargaron de la organización el arquitecto Emilio Carnicero, responsable de aspectos técnicos del SNCVC y luego profesor en la Escuela de Arquitectura de Madrid; y el aparejador José Capuz Danieli, hijo del escultor José Capuz Mamano, profesor de la Escuela de Artes e Industrias y asesor técnico del SNCVC (Pueblo 8/4/1958, 19). Por parte del ITCC intervinieron Isidoro de Blas y el aparejador Manuel Bouso Amor, estrecho colaborador de Eduardo Torroja desde la década de 1930 (García 2020, 147).
12. Entre 1h40' y 1h 53'. *Hoja oficial de la provincia de Barcelona*: 27/6/1949, 1.
13. Se trató de José María Navarro Fernández y Marciano Márquez Loriente (Archivo secretaría ETSEM UPM). Ambos asistieron al concurso de 1955, donde se recordó su premio, aunque no se convocó de nuevo. *Afán*, 24/6/1955. 1 y 7.

14. En algunas noticias puede leerse que «la organización de este Concurso le corresponde al Jefe Nacional del Sindicato, señor Méndez Parada», pero parece probable que fuera el arquitecto Emilio Carnicero el organizador. Carnicero fue además autor de un artículo en el que se detallaba el desarrollo de la prueba nacional. VV.AA. 1950b, 17-20.
15. En algunas capitales, como Salamanca o Barcelona, se celebraron el 16 de abril; en otras, como Oviedo o Zamora, el 23.
16. Entre 1000 y 150 pesetas en el caso del concurso de Zamora, en el que se hizo «un aparejo de ladrillo con encuentro y un arco de tabla de 1,82 por 1,11 metros» (Imperio Diario de Zamora 25.4.50, 2); y entre 1500 y 750 en el de Madrid, donde la prueba consistió en «un trozo de fábrica vista de 1,62 metros, de un pie de espesor, con pilastras resaltadas y un hueco con dintel» (Hoja Oficial del lunes, 17.4.1950, 2). La dotación de los premios fue siempre más bien magra. El Laboral de 1949 había otorgado dos de 2.500 pesetas y dos de 2.000, en un tiempo en que el salario mensual de un trabajador, insuficiente para mantener a una familia, rondaba las 200 pesetas. En 1966, cuando el salario mensual alcanzaba las 900, se dio un primer premio nacional de 21.000 pesetas.
17. La prueba se celebró siempre, en los años siguientes, en un domingo cercano a la festividad de San Antonio de Padua, patrón de los trabajadores de la construcción.
18. *Informaciones* 19/6/1950, 6.
19. *Pueblo: Diario del Trabajo Nacional*, 25/06/1951; *Hoja Oficial del lunes*, 16/6/1952; y NODO NOT 548, 1953.
20. NODO NOT 651, 1956; VV.AA. 1956; y *La Voz de Albacete*, 18/06/1958.
21. *Revista Arquitectura* 17, 5/1960, 23-27.
22. *Pueblo* 21/06/1954, 7; *Informaciones* 21.6.1954, 2; y *La vanguardia española*. 30/6/1959, 21.
23. NODO NOT 340, de 1949; NOT 382, de 1950; NOT 458, de 1953; y NOT 651, de 1955.
24. NODO NOT 1174, de 1965 y NOT 1226, de 1966.
25. NODO NOT1174, de 1965; *Aragón Expres*, 29/06/1971, p. 12; *La Voz de Albacete* 19/06/1973, 8; y NODO NOT 1226, de 1966.
26. *Informes de la Construcción* 282, 7/1976.
27. El concurso del Ayuntamiento de Cáceres se celebra desde 1950. Los otros ejemplos mencionados son el de la Peña el Palustre, en Málaga; y, en Cataluña, los concursos de paletes de Pla de l'Estany, del Vendrell o de la provincia de Tarragona.

Lista de referencias

Azorín, V. y Monjo, J. 2012. «Cuarenta años de investigación en construcción en España». En Azorín, Cassinello y Monjo (eds.) *Archivo Eduardo Torroja. De la investigación en construcción*. Madrid: ICCET, CSIC.

Basilio, M. 2007. *Visual Propaganda, Exhibitions, and the Spanish Civil War*. Londres: Routledge.

Canosa, E. 1949. «Concurso Nacional de Albañilería en Madrid». *Revista Nacional de Arquitectura* 91, 304-305.

Dávila, P., Naya, L. y Murua, H. 2014. «La formación profesional en la España contemporánea: políticas, agentes e instituciones». *Historia de la Educación* 33.

García, J. 2020. «Semblanzas», en García y Rodríguez (eds.) *La Escuela de Aparejadores de Madrid. 60 años del Proyecto*. Ediciones Asimétricas, 145-147.

Molina M.D. y Sanchidrián. C. 2020. «La formación profesional vista a través de NO-DO. Propaganda e ideología en un pasado reciente». *Espacio, Tiempo y Educación*, 7(2).

Molina, M. D. 2021. *La educación a través del NO-DO*. Universidad de Málaga.

Rodríguez, S. 1999. *El NO-DO, catecismo social de una época*. Madrid: Ed. Complutense.

VV.AA. 1946 «El IV Concurso Nacional de Artesanía». *Arte y Artistas*. n. 12.710, 23/11/1946.

VV.AA. 1949a. «Concurso Laboral 1949». *Informes de la Construcción*, 12.

VV.AA. 1949b. «El Concurso Laboral de 1949 y sus premios». *Cortijos y Rascacielos,* 53, 44-45.

VV.AA. 1950a. «La fase final del I Concurso Nacional de Albañilería». *Boletín del Sindicato Nacional de la Construcción, Cerámica y Vidrio*, Suplemento especial junio 1950, 44-56.

VV.AA. 1950b. «Primer Concurso Nacional de Albañilería». *Boletín Informativo de la Dirección General de Arquitectura*, 16, 17-20.

VV.AA. 1956. «VII Concurso Nacional de Albañilería». *Revista Nacional de Arquitectura* 175, 46-48.

VV.AA. 1960. «XI Concurso Nacional de Albañilería». *Revista Construcciones*, 57, 3-5.

VV.AA. 1962. «XIII Concurso Nacional de Albañilería». *Revista Construcciones*, 63, 6-7.

De la tapia a la mampostería: indicios de involución constructiva en la comarca del Noroeste de la Región de Murcia, España

Francisco Sandoval Gómez,
Camilla Mileto,
Fernando Vegas López-Manzanares

La comarca del Noroeste de la Región de Murcia se compone de cinco municipios que surgieron a partir de un núcleo medieval dentro de un perímetro amurallado. Tras la conquista del Reino Nazarí de Granada en 1492 la población aumentó considerablemente en cuestión de unas pocas décadas en los municipios de Moratalla, Caravaca y Cehegín, y surgieron otros núcleos habitados a raíz de cortijos o explotaciones agrícolas, la mayoría de los cuales se desarrolló en mayor medida a partir de la reforma agraria de la segunda mitad del siglo XVIII, de modo que derivaron en poblaciones denominadas hoy pedanías.

El análisis del contexto histórico de la zona de estudio dentro de la Corona de Castilla resulta significativo por su repercusión en las técnicas y materiales de obra. Los primeros indicios pueden hallarse a finales del siglo XVI, cuando Felipe II prohibió la construcción de iglesias en tierras de órdenes con sillería por su elevado coste (Marín Sánchez 2015). La situación socioeconómica no era diferente en obras ajenas a la promoción real, y fue en declive a lo largo del siglo XVII. En el caso del Noroeste de Murcia, a las continuadas crisis económicas y a la devaluación del real de vellón se le unieron las sucesivas epidemias de peste y las fuertes sequías a mediados del siglo XVII como factores de estancamiento y crisis generalizada (Sánchez Romero 2007).

Por otra parte, los documentos históricos conservados, tales como obligaciones y contratos de obra o las actas de visita de la Orden de Santiago, manifiestan la voluntad de edificación o describen la realidad constructiva de numerosos inmuebles, especialmente durante el siglo XVI, periodo durante el cual el desarrollo urbano fue mayor. Estos edificios pueden clasificarse en dos categorías: residencial y religioso.

El objeto de este estudio es la estructura vertical y los muros de cerramiento de la envolvente de las edificaciones tradicionales, por lo que quedan excluidas de este análisis las particiones y otros sistemas constructivos de similar naturaleza. En los casos estudiados aparece la tapia y la mampostería como las técnicas constructivas empleadas en muros de carga o cerramiento.

El imaginario colectivo ha dado a la mampostería una preeminencia en determinados edificios históricos que no se corresponde con la realidad construida. Cartelería turística, algunas guías y otros documentos explicativos del patrimonio edilicio de los cinco municipios del Noroeste de Murcia aluden de soslayo a esta técnica para determinar de forma global la naturaleza constructiva. Sin embargo, Sánchez Romero (1987) ya identificaba varias viviendas y cortijos en el Campo de Caravaca construidos con tapia. Pozo Martínez (1999, 42) indicaba que durante el siglo XVI «*para las viviendas de nueva construcción se utiliza mayoritariamente la fábrica de tapial de cal, el yeso y la madera*».

Francisco Sandoval Gómez; Camilla Mileto; Fernando Vegas López-Manzanares – Universitat Politècnica de València

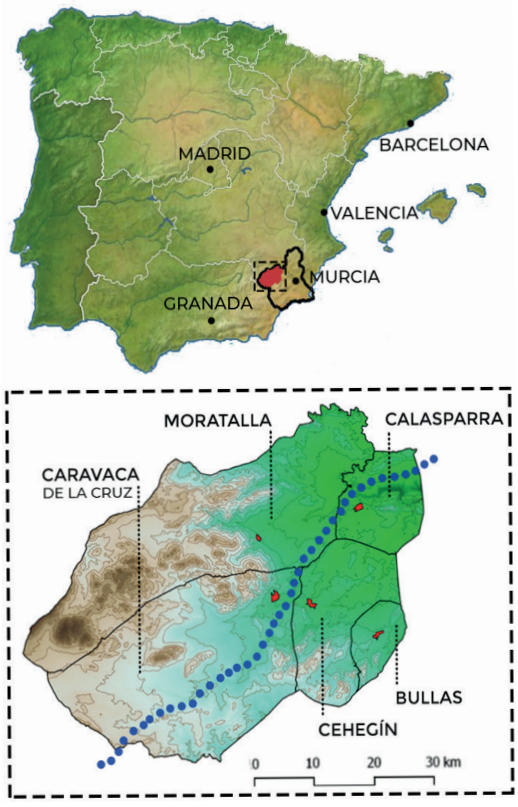


Figura 1. Ubicación de la Comarca del Noroeste de Murcia en España (Autor, 2024)

Objetivos y metodología

El objetivo del trabajo es relacionar un número de casos de estudio datados por la bibliografía existente a través de las fábricas de sus muros y de este modo establecer sus características. El método ha consistido en la recopilación de información acerca de edificios de carácter residencial o religioso en los archivos municipales de Caravaca, Moratalla y Cehegín, en los protocolos notariales disponibles en el archivo provincial de Murcia y en el estudio previo del convento de Madres Carmelitas en Caravaca.

De forma paralela, se han escogido 30 edificios del núcleo histórico de los municipios para determinar visualmente las características de sus fábricas, 15 de tapia y 15 de mampostería. Esto ha sido posible debido a lagunas en el revestimiento o la carencia de enlucido que permiten observar de qué técnica se trata (17 casos), a la información contenida en la memoria de proyectos de intervención (siete casos) o al colapso total o parcial de sus fábricas (seis casos).

El cotejo de la información documental con la del propio edificio como fuente primaria ha permitido llevar a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo, y relacionar datos temporales y constructivos para trazar hipótesis apoyadas en dos casos de diversa escala: en primer lugar, el convento de Madres Carmelitas de Caravaca es un edificio de gran tamaño en el centro histórico que reúne carácter tanto residencial como religioso y posee una trayectoria constructiva donde predomina la tapia documentada a través del tiempo. En segundo lugar, se ha escogido el despoblado del Retamalejo, un entorno rural desarrollado a partir de un núcleo central en el que la factura de los muros puede observarse de manera sencilla.

El trabajo define dos periodos en función del documento más completo que describe las villas: las actas de las visitas de la Orden de Santiago, las cuales se suceden cada 5 a 20 años. La visita más antigua conservada data de 1468 y la última de 1804. Existe una importante laguna entre el documento de 1625 y el de 1690, que coincide con el punto de inflexión inferido a través del análisis histórico. Por ello, esta división en dos periodos sirve como base a la investigación para realizar una comparativa entre lo que en adelante se denominará primer periodo y segundo periodo.

Resultados

Análisis cuantitativo a través de la documentación histórica

La búsqueda en archivos ha arrojado un resultado de 17 edificaciones en las que se expresa su compromiso de construcción con tapia, de las cuales 15 pertenecen al primer periodo y 2 al segundo. Este término se menciona a través de un mandato de obra o de la obligación de maestros albañiles que contraen con el promotor. La descripción de edificios cuya datación es conocida también aporta información dado que, si bien no se conserva una declaración expresa de la forma en la que debía construirse el edificio, sí atestigua la composición del muro en un momento deter-

Figura 2. Tapias en edificios construidos entre 1500 y 1625 (Autor, 2025)

minado. Esto se verifica especialmente en los edificios de carácter religioso ya que todas las ermitas del primer periodo están construidas con tapia y también algunas iglesias promovidas por cofradías.

En las actas de las Visitas de la Orden de Santiago aparece 65 veces el término «tapia» en referencia a la técnica constructiva frente a las 31 ocasiones en las que se menciona el término «cal y canto» o las 20 veces en las que se indica «mampostería». Debe advertirse que el término «cal y canto» hace alusión con frecuencia a un muro encofrado con arena, grava, piedras y cal vertida sin necesidad de apisonado, una variante de la tapia propia en construcciones militares (Mileto el Al 2013). De las 31 ocasiones que aparece dicho término, en 26 se refiere a torres y murallas, y solo las cinco restantes a molinos o edificaciones para almacén, por lo que resulta compatible el empleo del término con una variante de tapia presente en la edificación militar.

De las 65 veces que se cita la tapia, 57 aparece en el primer periodo y 8 en el segundo. Por otra parte, en la visita de 1690, que abre el segundo periodo, aparece por primera vez el término «piedra y yeso». Este término se cita seis veces entre las visitas de 1690 y 1804 y aparece en molinos hidráulicos y alguna casa. En la descripción de la casa de la Tercia de Singla (Caravaca) en 1733, se describe la fachada de la misma forma que en el siglo XVI, de «*tapiería costreada*» y se deja constancia de que se ha realizado sobre las caballerizas un volumen de piedra y yeso cuya obra «es toda nueva».

Si bien el yeso es un material abundante en la zona y ampliamente usado en pavimentos, revocos o encofrados, a través de la documentación disponible no se percibe su empleo como mortero de agarre de una fábrica de mampostería en un muro de carga antes de las últimas décadas del siglo XVII. En algún mandato de obra anterior, como el que figura en el acta capitular del concejo de Caravaca con fecha 4 de febrero de 1585, se acordó que «*se cierre con piedra e yeso la puerta questá abierta que sale a la plaza*», es decir, se empleó para el cegado de huecos.

En los 15 contratos de obra consultados correspondientes a viviendas de tapia del primer periodo, en 11 de ellos se especifica el uso de la cal, ya sea de forma indirecta «con su costra» o de forma directa, en la que se indica la cantidad de cal necesaria para la construcción. Por otra parte, los reparos en las tapias a los que aluden las visitas de la orden mencionan en la gran mayoría de los casos la inclusión de la costra.

Análisis cualitativo a través de trabajo de campo

Los muros de las edificaciones construidas con tapia presentan un espesor de entre 60 y 83 cm. De los 15 edificios observados a través del trabajo de campo, 9 son mencionados en la documentación histórica, es

Figura 3. Tapia en un edificio en ruinas. (Autor)

decir, reflejan la realidad que el contrato de obra manifestaba. De ellos, 7 son viviendas y 2 ermitas. En las viviendas del primer periodo es común el forjado de jácenas o vigas principales a las que acometen viguetas, de tal manera que el muro recibe las cargas de la estructura horizontal a través de las jácenas que están separadas una distancia que oscila entre los 3 y 4 metros. Uno de los edificios tiene el carácter de ruina, en el cual solo se conservan parte de los muros de fachada (figura 3). Se trata de una tapia de insuficiente compactación, ya que se perciben solo seis tongadas por cajón, prácticamente la mitad de lo recomendable, lo que da como resultado tongadas de altura superior a 15 cm. Inserto en el muro se aprecian secciones de madera que podrían haber ejercido una función de durmiente o de regularización. Este edificio, que no ha podido ser datado ni conserva documentación alguna, probablemente pudo constituir alguna vivienda humilde.

Los muros de las edificaciones construidas con mampostería presentan un espesor de entre 40 y 58 cm. De los 15 edificios analizados, ninguno puede identificarse con un contrato de obra a la luz de la documentación disponible. El forjado más común observado se compone de viguetas escuadradas o rollizos que apoyan directamente en el muro. Se han estudiado dos viviendas de mampostería recientemente colapsadas, una ubicada en el municipio de Cehegín y otra en el de Caravaca de la Cruz. Ambas se encuentran en un área que no fue edificada con anterioridad al siglo XVIII. Las fotografías disponibles en uno y otro caso momentos después del colapso permiten identificar un muro de mampostería con un espesor igual o inferior a 45 cm y de apariencia heterogénea, sin elementos de arriostramiento intermedios. Los forjados están compuestos de viguetas que se introducen en el muro más de la mitad de su espesor, algo que se percibe en otras edificaciones de similar naturaleza en la zona.

Análisis a través de casos de estudio

Convento de Madres Carmelitas de Caravaca: El primer pabellón se construye en 1589 y en 1601 se edifica la iglesia para sustituir a una ermita existente. En ambos casos los muros se realizan con tapia según los designios de su fundadora, Santa Teresa de Jesús. En la fachada principal del templo, a través de difracción de rayos X de una muestra, se ha determinado que la tapia contiene una proporción de árido/aglomerante de 1:1,5, donde el aglomerante está constituido por cal (Vegas Mileto 2022).

A mediados del siglo XVIII se amplió el edificio con dos pabellones más y un claustro. Los muros de los pabellones se construyeron con machones y verdugadas de ladrillo con cajones encofrados de mampostería y superan los 70 cm de espesor, mientras que el muro que cierra el claustro se edificó con mampostería de 45 cm de espesor. Según la memoria arqueológica (García y Martínez 2022), la mampostería que forma parte del zócalo y coronación de las tapias constituye «(…) *una obra de gran calidad, en la que se emplea un mampuesto seleccionado de caliza gris y beige claro, de tamaño medio/grande, que configura una fábrica muy consistente*» mientras que en el claustro «*los mampuestos son más heterogéneos, empleando arenisca y caliza de tamaño variado*».

Figura 4. Despoblado del Retamalejo (Autor, 2025)

El despoblado del Retamalejo: este conjunto de edificaciones constituye un cortijo que devino en pequeña población o pedanía. Se trata de una agrupación de una treintena de viviendas, de las cuales solo una es de tapia y el resto de mampostería. El edificio de tapia es el cortijo originario del asentamiento, a partir del cual comenzaron a anexarse viviendas, muchas de ellas sin licencia, en las primeras décadas del siglo XVIII fruto de las repoblaciones llevadas a cabo en los primeros años de la centuria (López Martínez et. al. 2003). En el catastro del Marqués de Ensenada (1755) hay seis viviendas censadas en el Retamalejo, por lo que la mayoría de las edificaciones son posteriores. Todas las edificaciones se componen de muros de mampostería con yeso de unos 45 cm de espesor, aunque en algunos muros el mortero de unión es muy pobre en aglomerante e incluso en algunos tramos solo se percibe barro entre los mampuestos. En las proximidades del despoblado aún se conserva un horno de yeso.

Discusión

Dadas las características de las fábricas de tapia y de mampostería estudiadas en la comarca del Noroeste se puede extraer lo siguiente: se percibe un mejor comportamiento estructural en las fábricas de tapia dado que la combinación de un mayor espesor y la frecuencia de empleo del forjado de tipo jácena y viguetas facilita la continuidad de la sección del muro en toda su altura, ya que las entregas de las vigas se producen de manera puntual. Sin embargo, los muros de mampostería, con menor espesor, composición más heterogénea y el hecho de estar asociados a forjados donde las viguetas acometen directamente al muro, son susceptibles de generar rótulas en el encuentro entre el muro y forjado, ya que las viguetas separadas menos de 50 cm, si bien reparten las cargas en el muro, provocan discontinuidades en la sección y articulaciones plásticas. Este mecanismo es precisamente el que originó el colapso de una vivienda en Caravaca de la Cruz y otra en Cehegín (figura 6).

Las tensiones excesivas que puede generar un apoyo puntual de la jácena en el muro pueden aliviarse mediante durmientes o elementos de madera longitudinales en el muro que, como se ha observado en algún caso, es posible realizar, al igual que los encadenados. En los muros de mampostería no se han observado encadenados ni arriostramientos, pues realizarlos resulta mucho más complejo que en la tapia. Los morteros de unión de los mampuestos, conformados por yeso o incluso barro, se disgregan con cierta facilidad en edificios con falta de mantenimiento. La producción de yeso artesanal es menos costosa que la cal, mientras que la mano de obra parece haber sufrido importantes modificaciones a raíz de epidemias o mi-

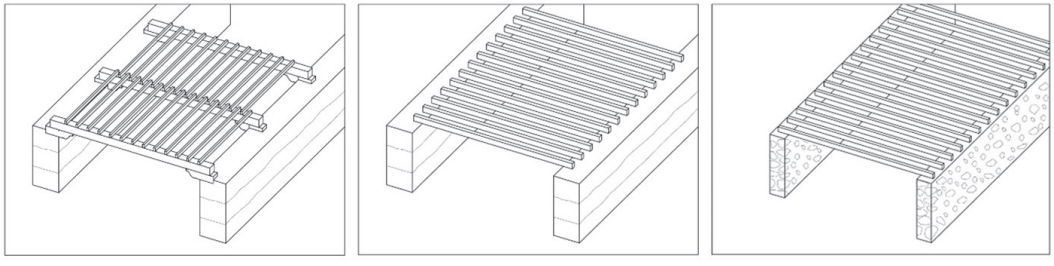


Figura 5. Esquema de tres tipos de estructura: tapia con forjado de jácenas y viguetas / tapia con forjado de viguetas / mampostería con forjado de viguetas (Autor, 2024)

graciones durante el siglo XVII culminando con la escasez de operarios a inicios del siglo XVIII debido a la Guerra de Sucesión (1701-1713).

Por otra parte, la documentación histórica permite relacionar el empleo de la cal con la tierra mediante tapias calicostradas o estabilizadas. Los indicios que sugieren la prevalencia de la tapia en el siglo XVI frente al auge de la mampostería con yeso a partir del siglo XVII vienen respaldados por una combinación de la documentación histórica que data la fundación de las viviendas y ermitas del primer periodo y la ubicación de los casos estudiados en función de los estudios de evolución urbana disponibles. La mampostería era una técnica conocida y probablemente empleada con mortero de cal durante el primer periodo, pero los datos recabados sugieren que esta técnica era una alternativa de menor coste a la obra de sillería empleada en iglesias parroquiales auspiciadas por la Orden, el concejo o la Corona. Por el coste de la mano de obra y de los materiales, rara vez la mampostería con mortero de cal podía suponer una alternativa de menor coste a la tapia calicostrada, sino que simplemente se empleaba en edificios de diferente naturaleza. Por lo tanto, resulta oportuno establecer paralelismos entre inmuebles de semejante naturaleza en periodos diferentes, de tal manera que la mampostería tomada con yeso muestra indicios de constituir la técnica que releva en gran medida a la tapia calicostrada en viviendas y construcciones religiosas de pequeña entidad a partir de mitad del siglo XVII.

Conclusión

La información recabada a través de la documentación disponible y la inspección visual de una selección de casos sugieren que la tapia calicostrada era una técnica ampliamente usada en el siglo XVI y primera mitad del XVII para edificar viviendas y edificios religiosos en la comarca del Noroeste de Murcia. En la documentación histórica consultada la alusión al término mampostería es tres veces menos habitual que al término tapia durante el primer periodo y esta última con frecuencia forma parte de fábricas de menor entidad que los muros principales de las viviendas. La aparición del término piedra y

Figura 6. Colapso en una vivienda en Caravaca de la Cruz (izquierda, 2020, ElNoroesteDigital) y en Cehegín (derecha, 2023, Policía Local de Cehegín)

yeso a partir de 1690 en las visitas de la Orden de Santiago para designar un tipo de mampostería sugiere un cambio en determinados modos de construir provocado posiblemente por un ahorro en material y una ejecución menos cuidada que podría haber sobrevenido fruto de las numerosas crisis del siglo XVII.

Muchas de las edificaciones construidas con mampostería, y en particular con mampuestos y yeso, pueden atribuirse al periodo posterior a la segunda mitad del siglo XVII a través de la documentación histórica, mientras que la factura de los muros y la interacción con los elementos del forjado responden a una ejecución menos cuidada que la mayoría de los edificios de tapia calicostrada, de tal manera que se generan rótulas y mecanismos que favorecen lesiones y pueden llegar a provocar el colapso. La inexistencia de contratos de obra específicos para este tipo de factura en muros de carga y la cantidad de edificaciones de este tipo que se construyeron sin licencia sugieren que se trata de un sistema constructivo empleado en autoconstrucción y probablemente con escasos recursos económicos.

Notas

Financiación: Este trabajo forma parte del proyecto de investigación *Earth4Future: Rehabilitación sostenible de la arquitectura de tierra y sus lecciones para la arquitectura contemporánea*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. (PID2022-139154OB-I00).

Lista de referencias

García Blánquez, L. A., y Consuelo Martínez Sánchez. 2022. *Estudio histórico-arqueológico del Convento de San José de las Carmelitas Descalzas de Caravaca de la Cruz (Murcia). Excavación arqueológica preventiva y análisis de estructuras emergentes.* Informe técnico de arqueología encargado por el Instituto de Turismo de la Región de Murcia.

López Martínez, M., P. J. Gómez Ortega, J. A. Zapata Parra, y M. A. Redondo López. 2003. *Recuperación del cortijo de la finca El Retamalejo*. Trabajo final de máster, Colegio de Arquitectos de Murcia. Inédito.

Marín Ruiz de Assín, D. 2007. *Visitas y descripciones de Caravaca (1526–1804)*. Murcia: Real Academia Alfonso X el Sabio.

Marín Sánchez, R. 2015. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI.* Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València.

Mileto, C., F. Vegas López-Manzanares, y L. García Soriano. 2013. "La técnica constructiva de la tapia en la arquitectura militar y defensiva en España. Variantes e invariantes." En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por S. Huerta-Fernández y F. S. López-Ulloa, vol. 2, 681–687. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Pozo Martínez, I. 1999. "El desarrollo urbano de Caravaca, los barrios y el callejero (s. XIII–XIX)." *Murgetana*, no. 101: 33–61. Murcia: Real Academia Alfonso X el Sabio.

Sánchez Romero, G. 1987. *El Campo de Caravaca (Murcia): bases históricas.* Caravaca de la Cruz: Ayuntamiento de Caravaca de la Cruz.

Sánchez Romero, G. 2007. "La época de la casa de Austria: urbanismo y arquitectura religiosa en la villa de Caravaca." *Murgetana*, no. 116: 27–54. Murcia: Real Academia Alfonso X el Sabio.

Torres Fontes, J. y D. Marín Ruiz de Assín. 1998. *Estudios de historia de Caravaca: Homenaje al prof. Emilio Sáez.* Murcia: Real Academia Alfonso X el Sabio.

Diseño y construcción de escaleras de caracol en las capillas y salas capitulares “hors d’œuvre” en el tardogótico de la península ibérica

Alberto Sanjurjo Álvarez
María del Pilar Pastor Altaba
Rocío Carvajal Alcaide

La edificación de nuevas capillas y salas capitulares anexas a las grandes catedrales góticas constituyó una práctica habitual en el contexto del tardogótico europeo, fenómeno al que la península ibérica no fue ajena. Estas construcciones, denominadas “hors d’œuvre”, solían presentar un programa compositivo propio o bien estaban diseñadas para complementar el conjunto catedralicio al que pertenecían.

Un elemento fundamental en estas edificaciones fueron las escaleras de caracol, cuya presencia resultó indispensable tanto durante la fase de construcción como en el posterior mantenimiento de los edificios. Durante la ejecución de la obra, estas escaleras permitían el acceso a los tajos y plataformas de trabajo, mientras que, una vez finalizada la construcción, facilitaban el acceso a diversas estancias, espacios bajo cubierta y las propias cubiertas del edificio.

La presente comunicación tiene como objetivo establecer un punto de partida dentro de una investigación más amplia sobre la función, el diseño y la construcción de las escaleras de caracol en el contexto del tardogótico de la península ibérica, y particularmente en su relación con capillas y salas cubiertas por bóvedas estrelladas. Para ello, iniciaremos el trabajo realizando un inventario tipológico de este tipo de bóvedas junto con sus escaleras.

Una vez inventariados los ejemplos de escaleras vinculadas a bóvedas estrelladas, comenzaremos el análisis que abarcará su función dentro del edificio, su tipología constructiva y las pistas que estas estructuras pueden aportar sobre las diferentes etapas de construcción de los edificios a los que sirven y las posibilidades de utilización actual tanto para la difusión del patrimonio construido en el proceso de transmisión del conocimiento entre la comunidad científica como la divulgación del patrimonio al gran público. Para este objetivo será necesario realizar un levantamiento previo fiable de todo el conjunto, capilla o sala capitular, incluyendo las bóvedas y sus escaleras, así como los elementos auxiliares como cupulines de remate, torrecillas, pasamanos, molduras, etc. Que nos permitan realizar un análisis veraz.

Un antecedente. Las *chapter houses* en las catedrales inglesas

En el sistema catedralicio inglés las *chapter houses* fueron espacios destinados a actividades propias del cabildo, como salas de reuniones, deliberaciones e incluso de justicia interna, una especie de parlamento eclesiástico (Harvey 2010).

Estos espacios se construyeron habitualmente alrededor de los claustros o en espacios adyacentes a la propia catedral. Normalmente con forma en planta poligonal. Esta disposición arquitectónica facilitaba la disposición de bancos corridos en torno a los mu-

Alberto Sanjurjo Álvarez; María del Pilar Pastor Altaba; Rocio Carvajal Alcaide – Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities

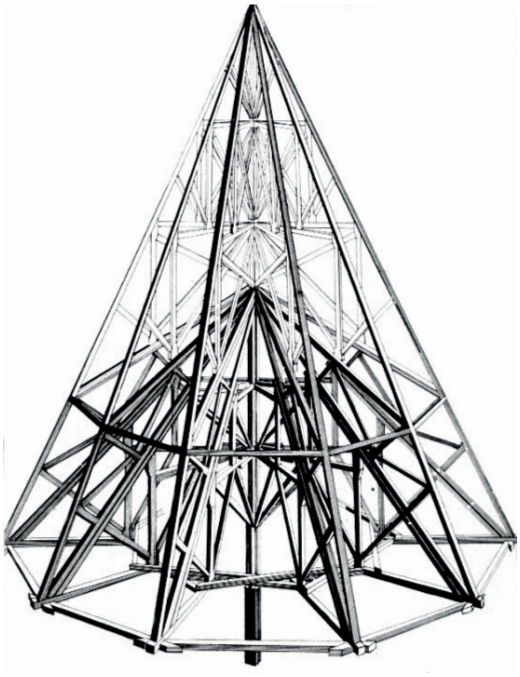


Figura 1. Vista axonométrica de la armadura de la cubierta de la c*hapter house* de la catedral de Lincoln (Hewett 1974)

ros y la geometría poligonal reforzaba la idea de colegialidad, al permitir que todos los canónigos pudieran verse y oírse mutuamente ((Álvarez-Morales, López y Álvarez-Corbacho 2020, 14-15).

En la segunda mitad del siglo XIII, las *chapter houses* incluyeron además de su importante programa funcional un marcado programa simbólico y visual: frisos historiados como en Salisbury, vidrieras monumentales como en York y complejas bóvedas de crucería estrellada en todas ellas (Binski 2010; Moxon 2017; Tyler 2002).

En todos los casos, estas salas capitulares estaban dotadas de una escalera de caracol rematada por una torrecilla, que permitía el acceso al bajo cubierta y, a veces, a la cubierta.

Las *chapter houses* inglesas han sido profusamente estudiadas desde los aspectos históricos, artísticos e iconográficos, pero falta todavía un estudio en profundidad de sus bóvedas estrelladas desde el punto de vista geométrico y constructivo y un estudio sobre sus sistemas de comunicaciones horizontal y vertical, entre los que juegan un papel importante las escaleras de caracol. Los complejos sistemas de armadura de madera que conforman la estructura de las cubiertas de estas salas hicieron necesario que los espacios bajo cubierta fueran visitables, de ahí que todas estas salas cuenten con escaleras de acceso a esos espacios interiores. (Figura 1)

Estas salas capitulares inglesas, cubiertas por bóvedas de crucería estrellada, fueron construidas o, al menos, iniciadas a lo largo del siglo XIII. La primera de ellas es la *chapter house* de la catedral de Lincoln (1220s-1280s). Presenta una planta decagonal con un machón central y se cubre por una bóveda de crucería estrellada. En su acceso desde el claustro se encuentran dos pequeños caracoles simétricos, coronados por unas torrecillas. La abadía de Westminster cuenta con una *chapter house* (1246-1255) de planta octogonal y pilar central, como todos los ejemplos de este primer periodo. Presenta una escalera de caracol en su esquina noroeste. La *chapter house* de la catedral de Salisbury (c1263) tiene, al igual que sus predecesoras, planta octogonal y pilar central. Su acceso se produce directamente desde el claustro y en su esquina noroeste se encuentra la escalera de caracol que comunica con el bajocubierta.

La colegiata de Southwell da un paso más en la complejidad del diseño y presenta una sala octogonal (1280s-1290s), pero elimina el pilar central, dando lugar a una bóveda estrellada totalmente espacial. Como en los demás casos, una escalera de caracol se ubica cerca de su acceso. (Figura 2)

En esta misma línea encontramos la c*hapter house* de la catedral de York (1290-1350), que ensaya el octógono sin pilar central y se cubre por una espectacular bóveda estrellada con clave pinjante. Tiene igualmente una escalera de caracol ubicada en el interior de uno de sus contrafuertes. Sin embargo, en este caso, está construida en madera como el cimborrio octogonal de la catedral de Ely (Álvarez-Morales, López y Álvarez-Corbacho 2020,15).

En la catedral de Wells encontramos también una sala capitular (c. 1290-1310) que recuerda a los primeros ejemplos de Lincoln y Westminster. Presenta una planta octogonal con pilar central y una escalera de caracol en el acceso por su lado suroeste.

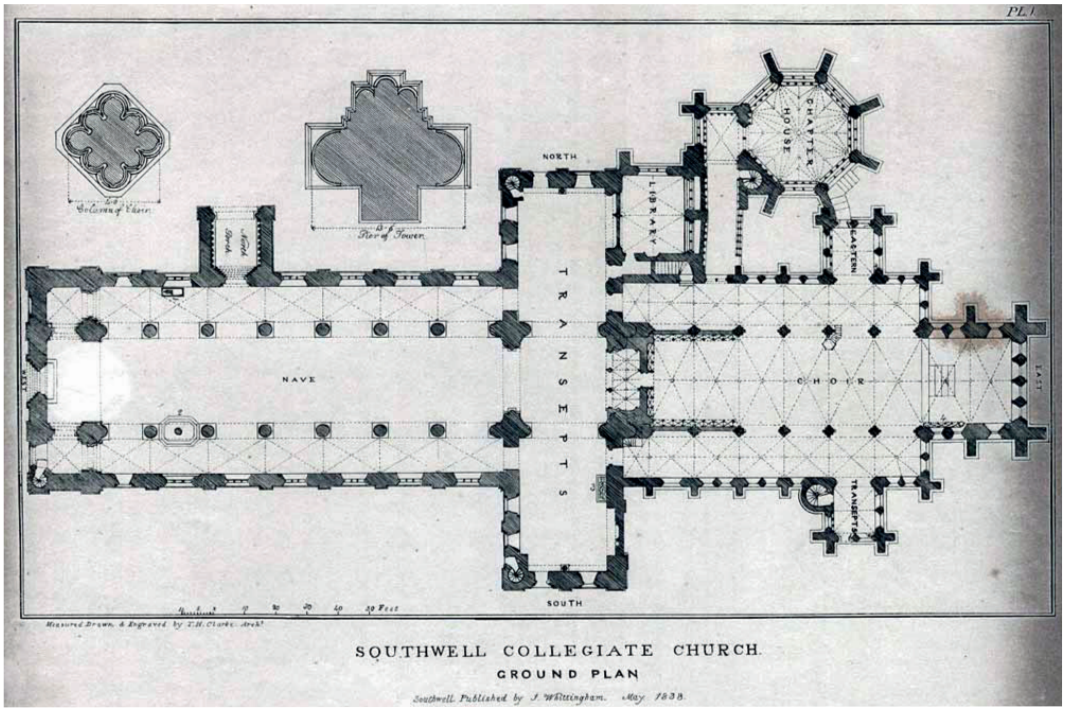


Figura 2. Planta de la colegiata de Southwell. (Publicado por J. Wittingham en 1838)

Las salas capitulares y capillas nobiliarias con bóveda estrellada en España y Portugal

Estos precedentes ingleses tuvieron una continuidad en España en los primeros ejemplos de salas capitulares cubiertas por bóvedas estrelladas en Pamplona y Valencia.

La capilla Barbazana de la catedral de Pamplona (1318-1355) fue concebida por el obispo Arnaldo de Barbazán como sala capitular y panteón personal. Tiene planta cuadrada y está cubierta por una bóveda estrellada con ocho nervios radiales y otros ocho nervios terceletes. El paso de la planta cuadrada a la bóveda octogonal no se realiza por medio de trompas si no por un sistema de nervios en las esquinas, que permiten el desarrollo de la bóveda octogonal sobre una planta cuadrada. Se accede a la sala desde el claustro de la catedral y posee una escalera de caracol que comunica con la cubierta, rematada por una torrecilla.

En Valencia, la antigua sala capitular (1356-1369) se proyectó como un edificio exento de planta cuadrada cubierto por una bóveda estrellada. Se trata de un edificio hermético y solemne. Se dedicó a la custodia del Santo Cáliz y a usos académicos y cortesanos. El acceso a la cubierta se realiza por una escalera de trazado recto inserta en el muro que mira al oeste, que se transforma en un caracol que asciende hasta la cubierta (Zaragozá 2014). (Figura 3)

En la misma órbita tipológica se inscriben Barcelona y Batalha, que confirman la continuidad en la península ibérica de las salas capitulares con bóvedas estrelladas a comienzos del XV. La antigua sala capitular de Barcelona (1407-1454) es una capilla integrada en la fábrica con acceso directo desde el claustro, cubierta por una gran bóveda de crucería estrellada; funcionó como sala capitular hasta 1676.

Por su parte, la Sala del Capítulo del *Mosteiro de Batalha* (1400-1430) constituye uno de los logros técnicos del gótico portugués: un espacio cuadrangular de unos 19 m de lado cubierto por una bóveda estrellada sin apoyo central. La audacia de la bóveda sin pilar central, atribuida al mestre Huguet, ha sido

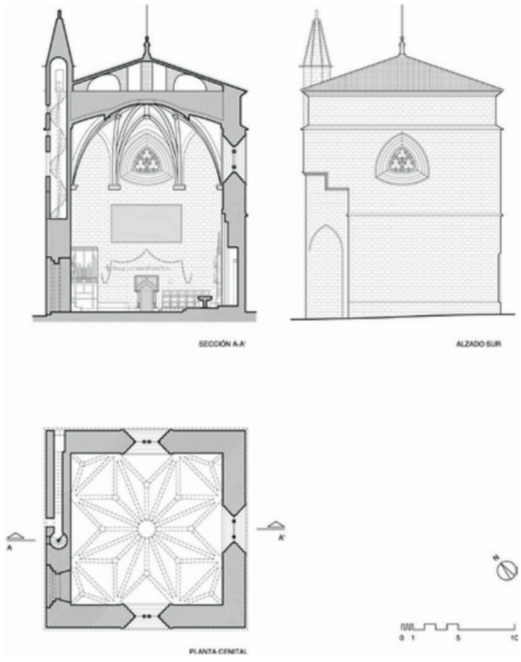


Figura 3. Planta de techos, sección transversal y alzado sur del estado actual de la Capilla del Santo Cáliz, antigua Sala Capitular de la catedral de Valencia (Zaragozá 2014, 81)

tradicionalmente destacada como manifestación del prestigio del tardogótico portugués.

En el mismo *Mosteiro de Batalha* encontramos las *capelas imperfeitas* que, inacabadas, estaban preparadas para albergar en su centro una bóveda estrellada de planta octogonal. Dos escaleras de caracol se ubican en el acceso a las capelas. En este mismo monasterio se encuentra la *capela do fundador*, cubierta igualmente por una bóveda estrellada octogonal.

No se ha podido encontrar una filiación directa entre las *chapter houses* inglesas y las salas capitulares construidas en España y Portugal en el siglo XIV, ni mucho menos en los ejemplos de comienzos del XV en Barcelona y *Batalha*. Aunque las *chapter houses* inglesas y las salas capitulares ibéricas comparten su condición de edificios autónomos y representativos, las diferencias formales y constructivas son notables. En el caso británico, la planta es poligonal y se desarrolla un sistema de contrafuertes exteriores muy potentes y, a veces aislados, muy característico. Por contra, en la Península Ibérica se opta por la planta cuadrada que puede cubrirse con una bóveda octogonal apoyada en unos nervios que salvan las esquinas o transformarse en un prisma octogonal, por medio de unas trompas ubicadas en las esquinas del cuadrado. El repertorio iconográfico es, en los ejemplos ibéricos, mucho más austero.

Las *chapter houses* inglesas están constituidas como elementos totalmente autónomos y separados de la edificación principal. En el caso hispano, y especialmente en las capillas nobiliarias del siglo XV, la intervención es más quirúrgica, pues se construyen en el espacio obtenido tras la demolición de ciertas capillas originales de la catedral o iglesia. La relación, no solo espacial, sino constructiva, entre el edificio original y la nueva capilla o sala capitular, cobra en este sentido un valor de complejidad espacial mayor.

Estas experiencias capitulares peninsulares de los siglos XIV–XV sirvieron de antecedente inmediato a las capillas nobiliarias castellanas: la Capilla de Santiago en la catedral de Toledo (1435–1440) construida por Hanequín de Bruselas y promovida por el condestable don Álvaro de Luna, la Capilla de la Purificación o de los Condestables en la catedral de Burgos (1482–1494), construida por Simón de Colonia y financiada por la familia Velasco y la Capilla de los Vélez en la catedral de Murcia (1490–1507), financiada por la familia Chacón-Fajardo. En ellas, el esquema centralizado con bóveda estrellada se reinterpreta en clave funeraria y señorial, convirtiéndose en emblema del patronazgo aristocrático (Moxon 2017; Tyler 2002).

La capilla de Santiago de la catedral de Toledo está cubierta por una bóveda estrellada de planta octogonal formada por ocho nervios radiales y unos nervios terceletes en cada uno de los ocho paños de plementería. Esta es la configuración más habitual de las bóvedas estrelladas hispanas, que ya encontramos en las salas capitulares de Pamplona y Valencia. La capilla presenta una escalera que tiene su acceso por un pequeño vestíbulo situado entre la capilla y la sacristía. Se inicia con un tramo recto, para continuar como un caracol de husillo cubierto por una bóveda anular, abriendo vistas a la capilla en diferentes puntos. De ahí parte un nuevo caracol de husillo que alcanza la cubierta de la capilla.

La capilla de la Purificación o de los Condestables de la catedral de Burgos, también cubierta por una bóveda de planta octogonal, da un paso más en com-

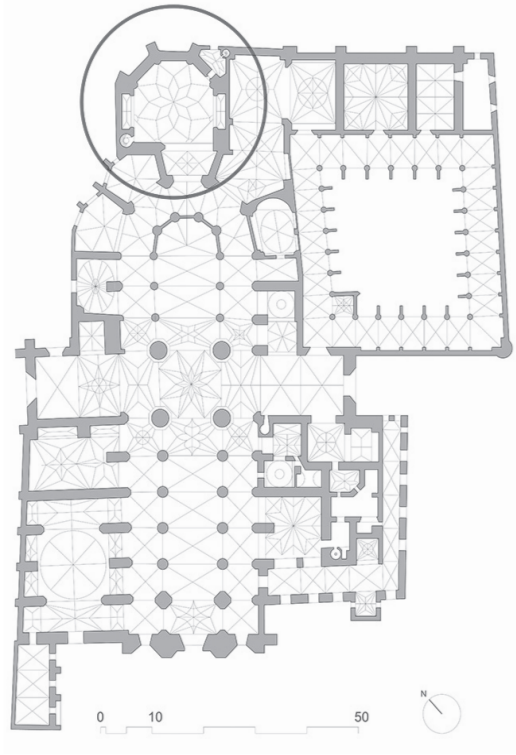


Figura 4. Planta de la catedral de Burgos. (Dibujo de los autores)

plejidad, formándose a partir de una estrella de ocho puntas calada, permitiendo el paso de la luz cenital y ocho paños con nervios terceletes, que le aportan a la bóveda esa condición estrellada tan especial.

La capilla presenta dos escaleras de caracol, una tiene su acceso desde el lado de la epístola, justo debajo de una de las grandes trompas que sustentan la bóveda y permiten el paso de la planta hexagonal a la octogonal. Es un caracol de grandes dimensiones y su función es la de acceder a una de las tribunas con que cuenta la capilla. Al segundo caracol, de husillo, se accede desde la sacristía de la capilla, construida en 1517 por Francisco de Colonia. Comunica la sacristía con la cubierta baja de la capilla y también permite el acceso a las tribunas situadas en el lado del evangelio. (Figura 4)

La capilla del Marqués de Vélez está ubicada en el brazo derecho del deambulatorio de la catedral de Murcia, tiene una planta decagonal irregular para adaptarse a su ubicación en la cabecera de la catedral. La capilla se cubre con una bóveda de crucería estrellada de planta irregular formada por nervios radiales y dos niveles de nervios terceletes en cada paño de plementería, formando de esta manera una estrella de geometría muy compleja (Albadalejo et al 2017: pp. 193-201).

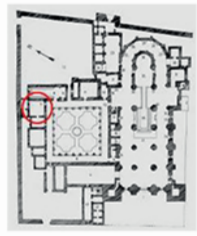
Presenta un caracol de Mallorca, de reducidísimas dimensiones, que tiene su acceso por una pequeña sacristía. Este caracol da acceso a dos tribunas. En la primera de ellas, surge un nuevo caracol que sube hasta la cubierta de la capilla. El caracol de la capilla de los Vélez es uno de los pocos ejemplos de escalera de caracol con el intradós estriado, típicas de la arquitectura gótica mediterránea.

Metodologia de trabajo

Para iniciar esta investigación hemos comenzado por realizar un inventario preliminar de salas capitulares, capillas y cimborrios que cuentan con bóveda estrellada octogonal en Europa. La mayor parte de los ejemplares se encuentran en España e Inglaterra. En

Figura 5. Mapa sinóptico de la distribución de capillas, salas capitulares y cimborrios cubiertos por bóvedas estrelladas en Europa

Capilla de la Concepción o del Greco



Catedral de Santa María de Sigüenza			
Sigüenza	Guadalajara	Castilla la Mancha	España
Arquitecto	-		
Años de construcción	S.XII-S.VI (...-1509)		

(Ref bibliográfica sobre la catedral y la capilla)

Escalera 1	Acceso a tribuna 1		
	Nº tramos	3	
	Recto Abovedada	Caracol giro estrógiro Abovedada	Recto Abovedada
	Total nº peldaños; Peldaños por giro		
	3	5;-	3
	Dimensiones peldañeado: ancho de paso; altura tabica (medidas en cm)		
	57-63-63; 22-22-15	70;23 (media)	45; 22-30-9
	Ligadura peldañeado (medidas en cm)		
	No accesible	No accesible	No accesible
	Material peldañeado; Tipo de aparejo		
	Revestida	Revestida	Revestida
	Material envolvente exterior; Tipo de aparejo		
	Revestida	Revestida	Revestida
	Descripción		
	(Ref bibliográfica sobre la escalera)		

Escalera 2	Acceso a tribuna 2		
	Nº tramos	3	
	Recto Abovedada	Caracol giro levógiro Abovedada	Recto Abovedada
	Total nº peldaños; Peldaños por giro		
	3	5;-	1
	Dimensiones peldañeado: ancho de paso; altura tabica (medidas en cm)		
	58; 25 (media)	56-70; 24 (media)	52;31
	Ligadura peldañeado (medidas en cm)		
	No accesible	No accesible	No accesible
	Material peldañeado; Tipo de aparejo		
	Revestida	Revestida	Revestida
	Material envolvente exterior; Tipo de aparejo		
	Revestida	Revestida	Revestida
	Descripción		
	(Ref bibliográfica sobre la escalera)		

Figura 6. Ficha de la base de datos del inventario de bóvedas estrelladas tardogóticas

España hemos encontrado, hasta ahora, 68 capillas, salas capitulares y cimborrios cubiertos por bóvedas octogonales estrelladas. Las salas capitulares y capillas construidas “hors d’ouevre”, por regla general, cuentan con un sistema propio de comunicación vertical. Los cimborrios cubiertos por bóvedas octogonales frecuentemente utilizan parte del sistema de comunicación horizontal y vertical del edificio, por lo que no suelen tener una escalera de caracol dentro de su ámbito. (Figura 5)

El mapa interactivo de localización de elementos tendrá inserta una ficha de cada capilla, cimborrio o sala capitular con la descripción de sus elementos más importantes. De esta manera, al pinchar sobre una localización, al usuario le aparecerá una ficha donde podrá ver la planta del edificio, fotografía de la bóveda octogonal, descripción de los elementos más importantes del conjunto y características como el tipo de escalera, número de peldaños, sentido de giro, materiales de construcción, etc. (Figura 6)

La ficha tendrá un enlace para abrir itinerarios inclusivos por la capilla o sala capitular. La finalidad del mapa interactivo, junto con las fichas y los itinerarios tendrá un carácter eminentemente divulgativo.

Al mismo tiempo realizaremos un análisis geométrico y constructivo de las escaleras de caracol que forman parte del sistema de comunicación vertical del elemento estudiado y dispondremos un gemelo digital de todo el conjunto en un repositorio en abierto que propicie la difusión entre la comunidad científica.

Un caso de trabajo: la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza

Las obras de la catedral de Sigüenza comenzaron a mediados del siglo XII, durante la prelatura del obispo D. Pedro de Leucata. Su construcción se inició con la cabecera del templo siguiendo el modelo de cinco ábsides escalonados y su consagración tuvo lugar en torno a 1170. En esta primera etapa se construyen la sacristía en el lado norte de la cabecera y la sala capitular que posteriormente se utilizaría como librería. La segunda etapa constructiva se extiende desde finales del siglo XII hasta el siglo XIII. En esta etapa se construye el transepto con bóvedas sexpartitas y se alteran los soportes que pasan a ser circulares envolviendo a los pilares románicos originales, modificándose así el proyecto original con el fin de ganar en altura y amplitud. En una tercera etapa se construirían las naves de bóvedas de crucería sencilla, comenzando por los tramos orientales de las naves laterales seguidos de los de la nave mayor. La fachada occidental con sus torres se inicia a mediados del siglo XIV quedando sin terminar su torre septentrional cuya construcción se dilata hasta comienzos del siglo XVI. En el transepto originariamente se construyó un ochavo que fue seriamente dañado por un rayo y se sustituyó por otro de piedra en 1717, destruido a su vez en 1936. Actualmente se remata por un cimborrio de planta cuadrangular construido en los años 40. (Navascués 1999) (Figura 7)

Adosado al lado norte de la catedral se sitúa el claustro. El actual claustro sustituyó al original medieval ganando en proporción y altura y su construcción tuvo lugar bajo la dirección de Alonso Vozmediano en los primeros años del siglo XVI, comenzando sus obras en 1503 y prolongándose hasta 1507. Es de planta cuadrada de unos 40 m de longitud y se encuentra adosado al lado norte de la catedral. Consta de siete arcos ojivales en cada una de sus cuatro pandas y está cubierto por bóvedas de crucería.

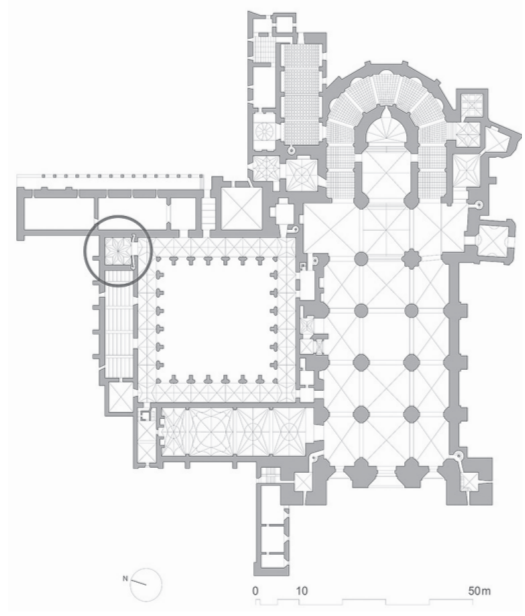


Figura 7. Planta de la catedral de Sigüenza. (Dibujo de los autores)

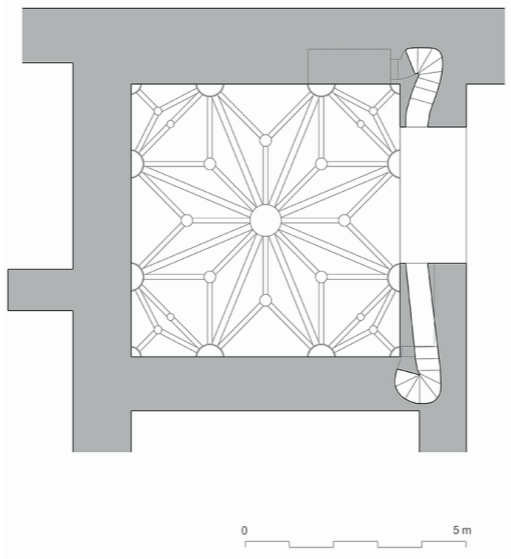


Figura 8. Planta de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza, 1509

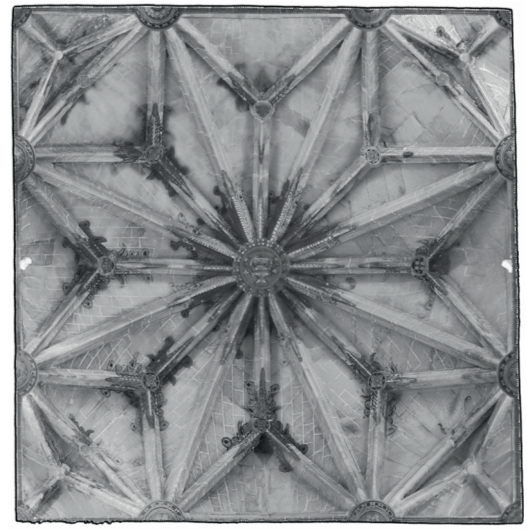


Figura 9. Ortofoto del levantamiento de la bóveda estrellada de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza

En la esquina oriental del lado norte del claustro se encuentra la capilla de la Concepción. Fue erigida en 1509 por Diego Serrano, Abad de Santa Coloma. Es de planta cuadrada con unos 7 metros de lado. El acceso se realiza desde el claustro a través de un arco escarzano decorado con motivos vegetales. En el soportal de entrada se abren dos puertas, una a cada lado, que dan acceso a sendas escaleras de reducidas dimensiones por las que se accede a las tribunas, una en el lado derecho de la capilla y otra en el lado de acceso desde el claustro y frente al muro norte donde se sitúa el altar. Los muros interiores de la capilla conservan restos de singulares pinturas murales renacentistas con motivos de paisajes y jardines realizados por Francisco de Peregrina en 1532. (Dominguez 2022) (Figura 8)

La cubierta de la sala, de planta cuadrangular, se construye a partir de un sistema de tres nervios de esquina sobre los que se apoya la bóveda estrellada de planta octogonal. Este sistema de abovedamiento es el utilizado desde el siglo XIV en España, tanto en salas capitulares como en capillas funerarias, salvo los casos de Burgos y Murcia, que desarrollan un tipo de bóveda más complejo. (Figura 9)

Para el estudio de la capilla de la Concepción, su abovedamiento y sus escaleras, hemos realizado un levantamiento completo obteniendo una nube puntos densa a partir de 38 estacionamientos con un escáner Leica BLK 360 combinada con una malla texturizada tomada de una fotogrametría digital automatizada a partir de 89 fotografías de la escalera derecha, 84 fotografías de la escalera izquierda, 175 fotografías de la capilla y 303 fotografías tomadas con un dron DJI mini4. Este levantamiento completo nos ha servido de soporte documental para el análisis de la configuración geométrica de la capilla y sus escaleras.

La escalera de subida a la tribuna, situada a la izquierda de la entrada de la capilla, tiene su acceso a través de un pasillo abovedado. Está constituida por un tramo recto de tres peldaños, un segundo tramo de trazado circular de cinco peldaños y, por último, tres peldaños rectos que desembocan en la tribuna enfrentada al altar. Tiene un ancho de paso, en su tramo recto inicial, entre 57 y 63 cm, que se ensancha hasta unos 70 cm de paso en la zona curva y unos 45 cm de ancho en los tres peldaños de acceso a la tribuna. Es, por lo tanto, muy estrecha e irregular. Está abovedada en su trazado recto inicial y curvo y se encuentra enlucida en todo su paramento. Su trazado en planta es también muy irregular. Sorprende que un maestro capaz de trazar una bóveda estrellada tan compleja haya realizado unas escaleras de caracol tan toscas, carentes de cualquier trazado geométrico. (Figura 10)

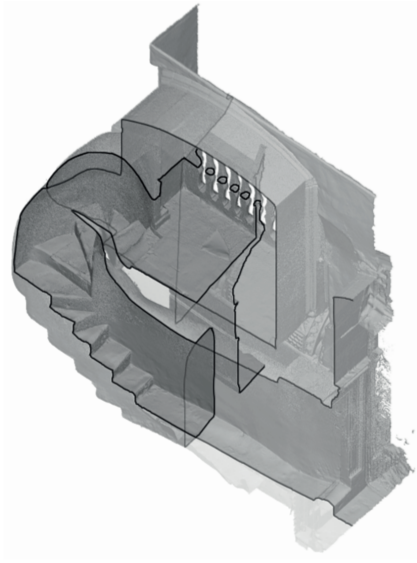


Figura 10. Vista axonométrica de la escalera izquierda de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza

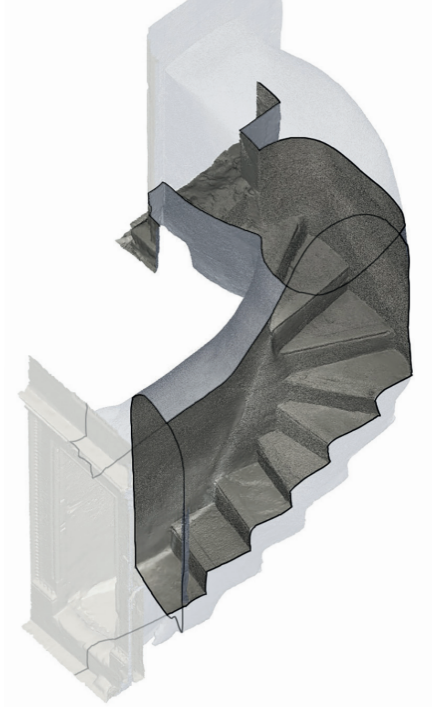


Figura 11. Vista axonométrica de la escalera derecha de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza

La escalera situada a la derecha de la entrada a la capilla presenta tres peldaños de tramo recto de un paso de 58 cm con una tabica de 25 cm aproximadamente. Cinco peldaños de trazado curvo de los 56 a los 70 cm de ancho de 25 cm de tabica media y el último peldaño, ya de acceso a la tribuna, tiene un ancho de 52 cm y una tabica de 31 cm. Tiene un trazado un poco más cuidado que su simétrica y también está abovedada. (Figura 11)

La historiografía más reciente no aporta ninguna información sobre el proceso constructivo de la capilla. Tradicionalmente se ha afirmado que los muros que conforman el claustro se levantaron sobre los cimientos del claustro medieval en los primeros años del siglo XVI[1]. Según esa hipótesis, los muros que conforman la capilla de la Concepción se habrían levantado en esas fechas. Por otro lado, la capilla se cubre con una bóveda estrellada de una factura remarcable. Esto contrasta con el diseño de las dos escaleras que se encuentran insertas dentro del muro que delimita el claustro y sus dependencias, que tiene un grosor de aproximadamente un metro y medio. (Figura 12)

Estas escaleras comparten con los caracoles medievales, construidos en iglesias y conventos a lo largo del Camino de Santiago o en el Languedoc francés, varios detalles: son escaleras abovedadas construidas con sillarejos unidos por argamasa, sin despiece este-

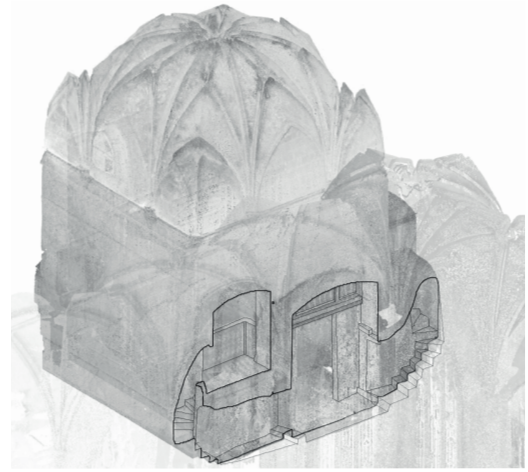


Figura 12. Vista axonométrica de la nube de puntos seccionada por las escaleras de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza

reotómico ni utilización de grandes sillares que aportarían peso a la bóveda helicoidal. Suelen estar revestidas con un mortero de cal, que trata de cubrir la imperfección de su ejecución. Su trazado tanto en planta como en sección es muy irregular, por lo que se puede considerar que no hay una previsión geométrica. La diferencia en las medidas de tabicas y pasos es muy diferente de unos peldaños a otros.

Una hipótesis a confirmar, por lo tanto, establecería que el muro sur de la capilla, que es el muro norte del claustro, no se habría edificado en el siglo XVI, sino que pertenecería a la etapa constructiva medieval[2]. Según esta hipótesis, las escaleras, por lo tanto, pertenecerían a esa época. Esta teoría justificaría la gran diferencia de trazado geométrico y constructivo entre las escaleras y la bóveda estrellada construida con gran virtuosismo. Contribuye a confirmar esta teoría, el hecho que las portadas de acceso a las escaleras y de salida a las tribunas, se ejecutan con sillares de una piedra distinta, vista y con un rigor geométrico y constructivo mayor.

Conclusiones

El presente trabajo constituye una primera aproximación al estudio del diseño y construcción de las escaleras de caracol asociadas a capillas y salas capitulares "hors d'œuvre" del tardogótico peninsular, con especial atención a su vinculación con espacios cubiertos por bóvedas estrelladas. El inventario inicial de ejemplos permite apreciar la reiterada presencia de estos elementos como parte integrante del sistema de comunicación vertical independiente de las fábricas de estas capillas, tanto en su fase constructiva como en su funcionamiento posterior.

El análisis comparativo con los precedentes ingleses muestra la existencia de una tradición funcional compartida —la necesidad de acceso a cubiertas y tribunas—, pero también una clara divergencia formal y estructural: mientras las *chapter houses* británicas recurren a plantas poligonales con potentes contrafuertes exteriores, las soluciones ibéricas prefieren plantas cuadradas transformadas en octogonales mediante trompas o nervios de esquina.

El estudio del caso de la capilla de la Concepción de la catedral de Sigüenza ha permitido aplicar una metodología de análisis geométrico y constructivo basado en un levantamiento riguroso, combinando escaneado láser y fotogrametría digital. El análisis de las dos escaleras insertas en los muros del claustro revela un trazado irregular y una ejecución mucho más tosca que la de la bóveda estrellada que cubre la capilla. Esta diferencia sugiere que las escaleras podrían pertenecer a una fase constructiva anterior, vinculada al claustro medieval, como también se sugiere en el Plan Director de la catedral de Sigüenza (Juste y Barceló 2002, 63).

La integración del levantamiento tridimensional en un modelo digital abre además nuevas posibilidades para el análisis geométrico de las escaleras, la comparación entre casos y la difusión de resultados a través de plataformas interactivas.

En conjunto, el trabajo sienta las bases para un estudio más amplio sobre la función, el diseño y la evolución de las escaleras de caracol en el tardogótico ibérico, vinculadas a los espacios abovedados complejos e independientes, entendidas no solo como elementos auxiliares, sino como indicadores directos de los procesos constructivos.

Notas

1. La inscripción fundacional del claustro (1507) dice textualmente "Hoc claustrum a fundamentis... completum fuit mese Novembris anno 1507" (Pérez-Villamil [1889] 1984). Navascués (1999, 87-88) sostiene que el muro de poniente y el testero de la antigua sala capitular, orientada al este, fueron levantados en la primera campaña románica, en la segunda mitad del siglo XII. No aportando ninguna información acerca del testero norte donde se sitúa la capilla de la Concepción.
2. De hecho, en el Plan Director de la catedral de Sigüenza, en el plano de desarrollo cronológico, los muros que delimitan la capilla de la Concepción se grafían como ejecutados en la fase 1, desde mediados del siglo XII hasta el siglo XIII (Juste y Barceló 2002, 63).

Lista de referencias

Albadalejo M.; Calvo J. y García J. 2017. La bóveda nervada de la capilla de los Vélez de la Catedral de Murcia. Levantamiento y estudio constructivo. En *Enrique Rabasa Díaz, Ed., Obra Congrua, 1416. ... La Consulta De La Catedral De Girona, 173-181. Madrid: Instituto Juan De Herrera.*

Álvarez-Morales, L.; López, M y Álvarez-Corbacho, A. 2020. The Acoustic Environment of York Minster's Chapter House. *Acoustics 2 (1)*: 13–36.

Binski, Paul. 2010. The History and Architecture of ‘a Chapter House Beyond Compare’. In *Westminster Abbey Chapter House: The History, Art and Architecture of ‘a Chapter House Beyond Compare’*, edited by Warwick Rodwell and Richard Mortimer, 184–208. London: Society of Antiquaries.

Domínguez Montero, D. 2022. *Trazas, muestras y modelos de arquitectura en Castilla. Antigua archidiócesis de Toledo y diócesis sufragáneas de Sigüenza y Cuenca entre los siglos XV y XVI,* 313-358. Tesis Doctoral. Departamento de Historia del Arte. Universidad de Zaragoza.

Harvey, Barbara F. 2010. The Monks of Westminster and Their Chapter House. In *Westminster Abbey Chapter House: The History, Art and Architecture of ‘a Chapter House Beyond Compare’*, edited by Warwick Rodwell and Richard Mortimer, 109-132. London: Society of Antiquaries.

Hewett, C. A. [1926] 1974. *English Cathedral Carpentry.* London: Wayland Publishers.

Juste, J. y Barceló, E. 2002. El plan director de la Catedral de Sigüenza en *Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Españo*l. Nº 1, 63. El plan de catedrales. Bienes Culturales.

Moxon, Alice H. 2017. *York Minster’s Chapter House and Its Painted Glass Narratives*. Tesis Doctoral, University of York.

Muñoz Párraga, Ma C. 1987. *La Catedral de Sigüenza (Las fábricas románica y gótica)*, Guadalajara, Publicaciones del Cabildo de la S.I,C,B. de Sigüenza.

Navascués Palacio, Pedro.1999. La Catedral de Sigüenza. En *Trillo, encuentros culturales 1999*. Central Nuclear de Trillo, Trillo.

Tyler, M. 2002. *Symbols of Power and Authority: The Iconography of Late Thirteenth-Century Chapter Houses*. University of York.

Zaragozá Catalán, Arturo. 2014. La arquitectura del gótico mediterráneo y sus programas simbólicos. En *El gótico mediterráneo: actas del Congreso Internacional*, 233–260. Valencia: Universitat de València.

Las mentiras piadosas –o las verdades ocultas– de Mies van der Rohe

Jaime Alberto Sarmiento Ocampo

En un artículo de 1923, titulado *Bauen* (Construir), Mies van der Rohe aseveró que no reconocía asuntos formales, que solo le interesaban problemas constructivos:

> No sabemos de ningún problema formal, sólo problemas constructivos. La forma no es la meta, sino el resultado de nuestro trabajo … La forma como meta es el formalismo; y esto lo rechazamos … Tenemos otras preocupaciones. Precisamente nos interesa liberar la práctica de la construcción de los especuladores estéticos para que vuelva a ser aquello que únicamente debería ser, es decir, CONSTRUCCIÓN (Neumeyer 1995, 366).

Para Mies la construcción debía alcanzar tal refinamiento que se convertiría en arte, incluso por encima de la propia arquitectura:

> En alemán utilizamos la palabra *Baukunst*, que es una palabra compuesta por *Bau* (construcción) y *Kunst* (arte). El arte está en el refinamiento de la construcción, eso es lo que se expresa con *Baukunst.* Cuando era joven, odiaba la palabra alemana para arquitectura: *Architektur*. Nosotros hablábamos de *Baukunst*, por que *Architektur* consiste en dar forma a algo desde el exterior (Puente 2006, 66).

Con el paso de los años, esta concepción dispar entre arquitectura y construcción debió transformarse, como se deduce del artículo *Arquitectura y tecnología*, de 1950, donde Mies reconoce que deberían estar tan relacionadas que se vuelvan una sola: «… la tecnología y la arquitectura están tan estrechamente relacionadas. Nuestra verdadera esperanza es que crezcan juntas, que algún día una sea la expresión de la otra» (Puente 2006, 7).

La destreza técnica en su arquitectura no solo conduce a observarla como un mero hecho constructivo sino, sobre todo, como algo trascendente: «Es cierto que la arquitectura depende de hechos, pero su verdadero campo de actividad se encuentra en el terreno de la trascendencia… La arquitectura es el verdadero campo de batalla del espíritu» (Puente 2006, 7).

A mi entender, Mies trabaja como un ilusionista –un mago–, que nos sorprende con la apariencia simple de sus edificios. Esta aparente simplicidad de su obra radica en un enriquecido y denso trasfondo que trasciende lo constructivo.

A continuación, nos detendremos en algunas de sus obras representativas, observando su aspecto exterior, pero a la vez analizando los planos constructivos, que son como las radiografías que permiten desvelar el cómo se produce la magia.

Pabellón Alemán en Barcelona (1929) –o el juego ilusionista de los reflejos

¿Con qué materiales está construido el Pabellón Alemán en Barcelona? Podríamos pensar que está hecho de perfiles metálicos, de placas de mármol, de paneles de vidrio, etc. (figura 1).

Jaime Alberto Sarmiento Ocampo – Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

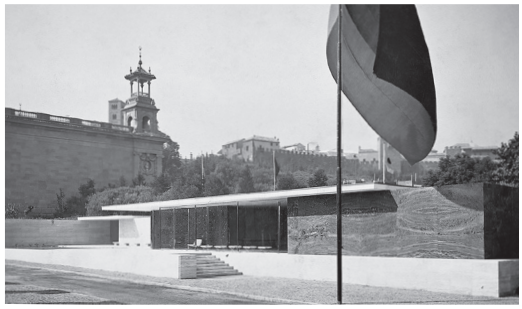


Figura 1. Fotografía del Pabellón Alemán en Barcelona (de Solà-Morales 1993, 21).

La verdad es que el edificio está hecho con otro material intangible: está hecho de reflejos. Antes del Pabellón, en 1922, observando las maquetas para un Rascacielos de Cristal, Mies descubrió que lo más interesante era el juego de reflejos que se producía sobre las superficies: «Descubrí trabajando con maquetas de cristal, que lo más importante es el juego de reflejos y no, como en el edificio corriente, el efecto de luz y sombra» (Johnson 1960, 218)

Como enfatiza Norberg-Schulz, a la impresión producida por los reflejos de los materiales del Pabellón habría que sumarle la variedad y movimientos de dichos reflejos en tanto el visitante se iba desplazando por el edificio:

> De este modo, a la impresión de espacio libre y fluido se añadía la sensación visual de la riqueza del color y la exuberancia de la superficie, además de otra que derivaba del deslumbrante juego de reflejos producidos por los mármoles pulidos y el vidrio. Los reflejos cambiaban según el espectador se movía, reproduciendo lo que ya había visto o añadiéndose al presagio de algo que estaba por aparecer (Norberg-Schulz 1986, 163).

Mies introduce así un fenómeno perceptual que, más que en el propio material, está en los ojos y la mente de quien observa. ¿Por qué entonces sino es así reviste las columnas cruciformes del Pabellón con lámina cromada? ¿Qué intencionalidad tiene forrar una columna estructural con un material reflectante como el cromo? (figura 2).

La lámina de cromo no tiene ninguna función estructural. Tampoco asume una misión estética, sino más bien perceptual pues la mirada rebota de un lado a otro de las superficies espejadas –como hace una bola en una mesa de billar–, haciendo que el reflejo se funda con lo que está al rededor, que la columna parezca que se desvanece, que pierda materialidad, que no sostenga nada.

Figura 2. Fotografía de una de las columnas cruciformes. El revestimiento cromado hace que el veteado del mármol, las juntas de las placas en el suelo, y las aletas cruciformes, se reflejen en la superficie, haciendo que la columna se camufle con su entorno (fotografía del autor, 1989).

Como se observa en el detalle constructivo (figura 3), la columna está conformada por cuatro perfiles metálicos en L –los cuales, en efecto, transmiten las cargas–, envueltos por láminas cromadas –las cuales, por defecto, le dan la apariencia externa.

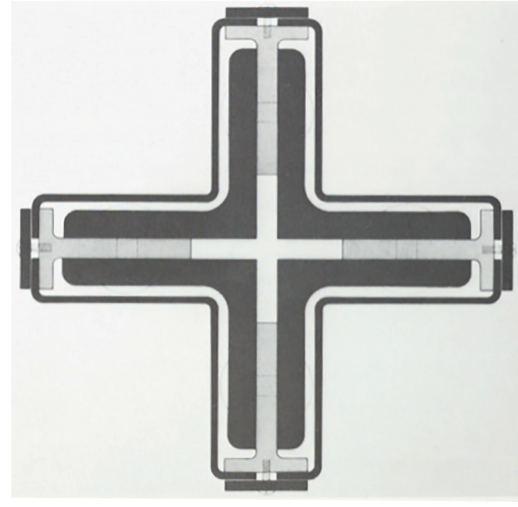


Figura 3. Detalle constructivo de la columna cruciforme revestida con láminas cromadas (Schulze 1992, 237).

En el Pabellón parece haber una contradicción estructural pues las columnas aparentan renunciar a soportar la cubierta, mientras que las paredes insinúan asumir dicha misión. Pero las paredes no son portantes, son divisorias; delimitan los espacios. Están hechas a partir de subestructuras metálicas que sostienen las finas placas de mármol, de pocos centímetros de espesor.

Hay otro asunto que complejiza aún más la esquiva noción portante de los muros: las placas de mármol travertino de color crema, Tinos verde, o de ónice dorado que Mies seleccionó, están llenas de huecos o vetas. Cuando se miran de frente la percepción que se tiene de las superficies es opaca, pero cuando se miran de costado se torna reflectante.

Se refiere una anécdota según la cual Mies encargó a un marmolista de Hamburgo las placas de ónice dorado que recubren la pared central del Pabellón, el elemento más emblemático de todo el edificio (de Solà-Morales 1993, 13). Al parecer, Mies vio el bloque de ónice y preguntó al marmolista si se lo podía vender. Éste respondió que ya estaba comprometido para la decoración de un trasatlántico. Mies insistió y pidió al cantero una pequeña muestra de una esquina, una laja que inmediatamente mandó a pulir. Fue solo cuando Mies se percató de la intensidad de los brillos, los reflejos y el veteado, y en vista de la persistencia del arquitecto, que al final el cantero decidió entregar a Mies ese bloque de mármol.

Hay que añadir que el veteado le imprime a la superficie otra dimensión, que se queda impresa justamente en la epidermis del material.

Dependiendo cómo se mire, las superficies marmóreas, y en especial las del ónice dorado, pueden ser opacas –cuando se miran de frente–, o reflectantes –cuando se miran de costado–. Cuando se miran de costado, se producen dos impresiones: la del reflejo, que hace rebotar la vista hacia otro lado, causando profundidad, y la del veteado, que se queda en la superficie. El muro de ónice dorado produce en la percepción del visitante dos profundidades: la del reflejo que se produce como en un espejo y la del veteado que se queda en la superficie. Con ello, también se genera una doble percepción espacial: una profunda y otra superficial, causando en el visitante un extrañamiento, una ilusión óptica (figura 4).

Figura 4. Fotografía del interior del Pabellón, con la pared central en ónice dorado. Los reflejos y veteados sobre la superficie del mármol causan dos impresiones espaciales, una profunda y otra superficial (de Solà-Morales 1993, 24).

No solo se trata de las fundas cromadas de las columnas o los revestimientos de mármol de las paredes. Los vidrios del Pabellón, algunos transparentes, otros tintados u otros esmerilados, también producen múltiples efectos de luminosidad, transparencia y reflejo, acentuando aún más ese marasmo de impresiones diversas. Los estanques de agua también son superficies reflectantes que duplican las imágenes. Mies era muy consciente de todo ello, como se demuestra en uno de los dibujos preparatorios, donde la escultura del estanque interior mostraba su reflejo incorporado (figura 5).

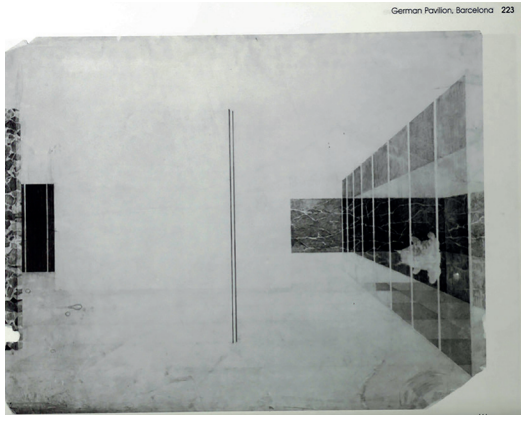


Figura 5. Perspectiva del proyecto del Pabellón. La escultura en el estaque de la derecha incorpora su reflejo sobre el agua, lo cual muestra que Mies era consciente de los reflejos de los materiales (Schulze 1992, 223).

Casa Farnsworth (1951) –o la perfección disimulada

Una vivienda comprendida entre dos planos flotantes sobre una pradera (figura 6). La casa es totalmente vidriada. Desde afuera, deja ver el bosque en el fondo.

A pesar de ser catalogada por expertos como una de las casas más bellas del siglo XX, la doctora Edith Farnsworth, la clienta para la cual fue construida, se quejaba de los sobrecostos de la obra. Decía que, debido a las goteras, la poca de ventilación, o la falta de privacidad, era imposible vivir en esa casa (Beam 2020)

La vivienda la precede el lugar. El arquitecto era muy consciente de su entorno, incluso se valió de

Figura 6. Vista exterior de la Casa Farnsworth (fotografía del autor, 1922).

los árboles existentes, y de que era un lugar que, por la cercanía del rio, se inundaba constantemente; de ahí que esté elevada y parezca flotar (Gastón Guirao 2005).

La supuesta pureza y simplicidad de los planos de los forjados se ven interrumpidas por los perfiles en H de las columnas. Es significativo que los pilares se queden por debajo de la rasante superior de la cubierta, y que dichos planos sobresalen más allá de los pilares. Esto contribuye a dar prioridad a los planos horizontales de los forjados sobre los elementos verticales de las columnas.

Las columnas se adosan de manera tangencial a los bordes de los forjados. Al observar las uniones entre los perfiles en H de los pilares con los perfiles en C de los forjados llama la atención un detalle: no se ve cordón de soldadura alguno que ligue ambos elementos (figura 7).

¿De que manera se unen los elementos? ¿Cuál es el truco para simular esta juntura perfecta? El detalle consiste en que Mies mandó perforar las alas del perfil en H de la columna, en la parte que se adosa tangencialmente al forjado, y luego rellenar la perforación con soldadura, uniendo las dos partes (Valencia 2015, 55). El pulido de la soldadura y pintura del metal disimulan perfectamente la maniobra, logrando ese grado de perfección.

La casa está antecedida por otra plataforma, elevada a un nivel intermedio entre el terreno y el suelo propiamente de la vivienda ¿Qué papel desempeña esta plataforma? Esta primera plataforma tiene el cometido de ser un *pódium*. Muchas obras de Mies tienen esta condición de estar elevadas o precedidas por terraplenes: el Pabellón Alemán, la Nueva Galería

Figura 7. Unión entre el perfil en H de la columna y el perfil en C del forjado, donde no se aprecia cordón de soldadura entre las partes (fotografía del autor, 2022).

Nacional de Berlín, el Instituto Tecnológico de Illinois, o la propia Casa Farnsworth. ¿Qué significa elevar la edificación? Mies retoma de su maestro Schinkel esta idea de disponer los edificios sobre pedestales, reconociendo además que es un principio de la arquitectura griega antigua (Puente 2006, 30).

En efecto, uno de los principios de la arquitectura griega antigua consistía en disponer los templos sobre plataformas. Esto afirma Rex D. Martienssen en *La idea del espacio en la arquitectura griega*:

> La primera condición de cualquier sistema de organización formal destinado a abarcar las actividades de la vida organizada o colectiva, es un plano horizontal o una serie de planos horizontales relacionados. El equipo sensorial del hombre exige, por su naturaleza, esa estabilidad visual que sólo las superficies planas son capaces de ofrecer; … el generador del sistema es una superficie plana que por medios estructurales deliberados niega la irregularidad de las condiciones topográficas existentes (Martienssen 1958, 17).

De esto concluimos que Mies observa en la tradición clásica ciertas costumbres o formas que llegan hasta su tiempo, y las aplica a sus proyectos.

Observemos cómo resuelve los forjados de la casa. Los dos planos, tanto el del suelo como el de la cubierta, soportan diferentes cargas y cumplen diferentes cometidos: el del suelo está sometido a mayor esfuerzo, pues soporta las cargas vivas de los habitantes y muebles, y las muertas de toda la construcción que se superpone en ese nivel; no así sucede con la cubierta, donde no hay cargas vivas ni muertas adicionales. ¿Por qué entonces disponer de un mismo espesor de losa para situaciones tan distintas? Contar con un forjado inferior más ancho en el suelo que en la cubierta supone darle más asiento a la edificación (como solía hacerlo Frank Lloyd Wright en sus edificios), relacionando la obra con el terreno en que se dispone. Pero no es este el interés de, y en cambio sí que el volumen simule flotar, desprendido del suelo.

Sobre estos esfuerzos por hacer que las cosas parezcan de una manera determinada, independiente de su cometido estructural o práctico, reparemos qué sucede en el forjado del suelo de la casa. Luego de subir el pódium y acceder al nivel de acceso, el habitante se encuentra en el vestíbulo, un espacio cubierto, pero sin revestimientos. Un espacio de transición entre exterior e interior. Aquí el agua lluvia puede entrar a causa del viento y mojar la superficie del suelo. En cambio, una vez traspasadas las puertas de cristal, en el interior no cae la lluvia. En el mismo forjado hay dos situaciones diferentes. ¿Cómo es que para situaciones tan distintas el forjado parezca el mismo? Es evidente que al arquitecto le interesaba dar una sensación de uniformidad para responder a ambas situaciones.

Los planos constructivos desvelan los detalles de cómo se resuelven estas dicotomías (figura 8). En el vestíbulo las placas de mármol están separadas con juntas de dilatación sin sello, así que el agua lluvia pasa entre las ranuras y es conducida internamente

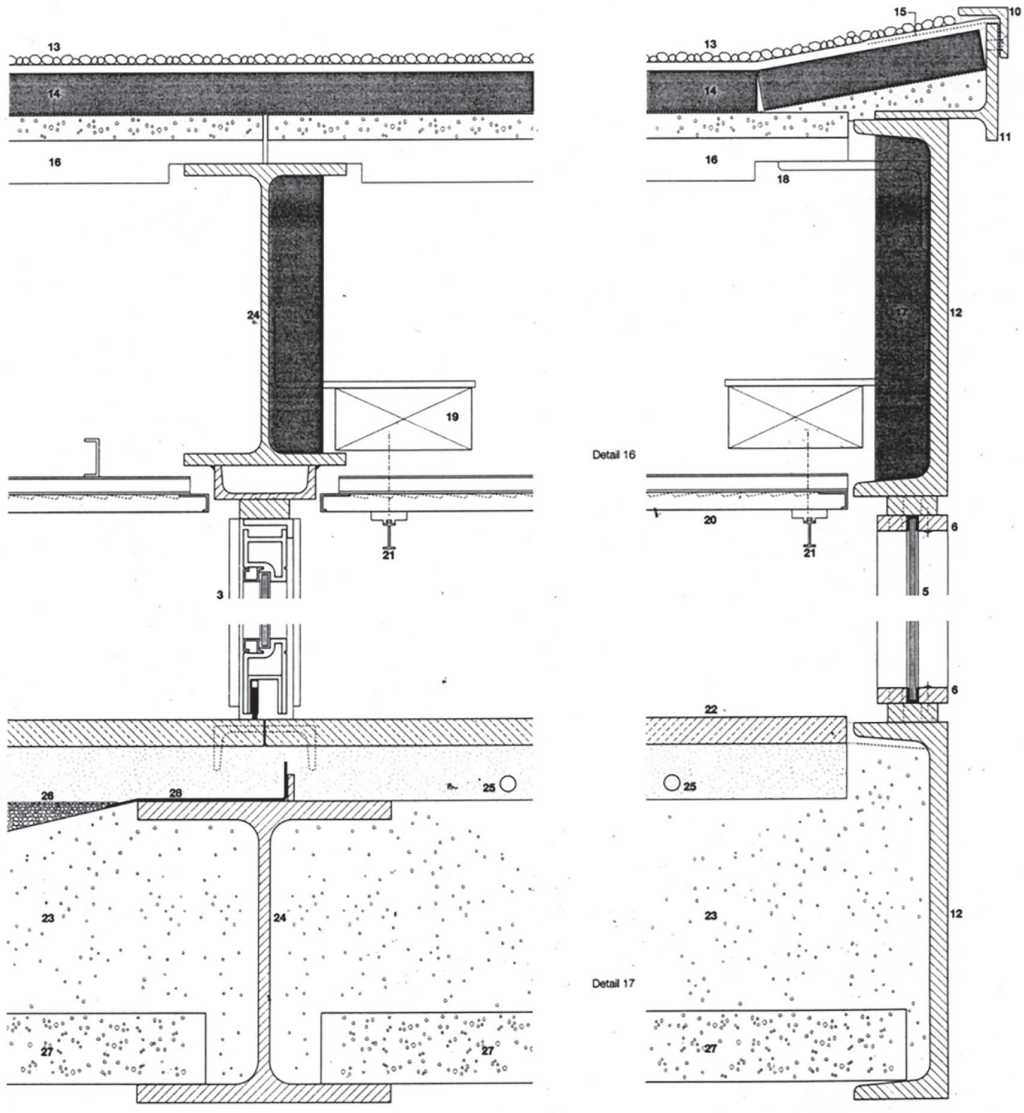


Figura 8. Detalles constructivos de los forjados superior e inferior de la vivienda, donde se aprecia que al exterior parecen ser lo mismo, pero internamente se resuelven de manera diferente (Schulze 1992, vol 13)

por superficies en pendiente que la llevan a colectores. En el interior las juntas están selladas, la solución interna del forjado contiene un suelo radiante y una placa de hormigón. La uniformidad en el manejo de la estructura y revestimientos exteriores, tanto del suelo como de la cubierta, se contradice en parte con las soluciones constructivas al interior de los forjados.

Para entender mejor esta dicotomía podemos valernos de una comparativa publicada en 1926, en la revista *G*, de la cual Mies era miembro, donde se aprecian dos imágenes: la silueta de la cabeza y la ra-

Figura 9. Comparativa en la revista *G*, de 1926, con las imágenes de la silueta y radiografía del cráneo de la cabeza de una mujer. El pie de imagen dice: «Dos perspectivas distintas / Un mismo objeto» (Martínez, 2018)

diografía del cráneo de una misma mujer. El pie de imagen decía: «*Zwe verschiedene Perspektiven/ Dasselbe objekt*» (dos perspectivas distintas / un mismo objeto). (figura 9)

Como sucede en las imágenes comparadas de la revista *G*, el aspecto exterior de la Casa Farnsworth es como una silueta muy definida, en cuyo interior se encuentra la estructura que le da soporte. Los planos técnicos –como hace la radiografía– desvelan la estructura y solución que da respuesta al aspecto exterior.

Crown Hall (1956) –o la estructura y los revestimientos camuflados.

El interior del Crown Hall es otro de esos espacios diáfanos a gran escala (figura 10), como la Nueva Galería Nacional de Berlín o el *Convention Hall,* que Mies planteó a lo largo de su vida como espacios universales de grandes dimensiones, sin apenas divisiones, donde se podían realizar múltiples actividades (Daza 2000).

Figura 10. La gran sala del Crown Hall, un espacio universal para múltiples actividades (fotografía del autor, 2022).

Figura 11. Vista exterior del Crown Hall, con las vigas de los pórticos que sobresalen en la cubierta (fotografía del autor, 2022)

En el Crown Hall interesaba que la gran sala fuese un espacio único y no estuviese fraccionado. Por esto las vigas de los pórticos estructurales, en lugar de descolgar, sobresalen en la parte superior de la cubierta (figura 11).

Cuatro grandes pórticos metálicos, con una luz de 36,6 metros, y separados 18,3 metros entre sí, cargan la cubierta descolgada.

El forjado inferior de la planta noble está, como en otros proyectos de Mies, levantado del terreno natural. Una plataforma elevada (como en la Casa Farnsworth) sirve de antesala para llevar al visitante del nivel de la calle al piso principal del edificio.

La estructura metálica y el cerramiento acristalado del edificio, aparentemente livianos, no son más que la simple apariencia (la silueta de la cabeza femenina, por decirlo de alguna manera), pues el complemento de la obra se entierra en el semisótano, conteniendo la biblioteca, baños y salones de clase.

Igual sucede en la Nueva Galería de Berlín, donde prevalece la imagen de un edificio liviano, con estructura metálica y cerramientos en vidrio que sobresalen del suelo; pero además contiene parte del programa enterrado, donde predomina la estructura pesada en hormigón (como la imagen del esqueleto en la revista *G*, que sostiene la parte visible)

Afuera, los forjados del Crown Hall, tanto de la cubierta como del entresuelo, son de idéntica apariencia; pero, como sucede en la Casa Farnsworth, ambos responden a requerimientos estructurales y constructivos diferentes. Las caras externas de ambos forjados rematan con perfiles en C. Al superior le corresponde un espacio hueco que contiene instalaciones y elementos de la subestructura metálica, mien-

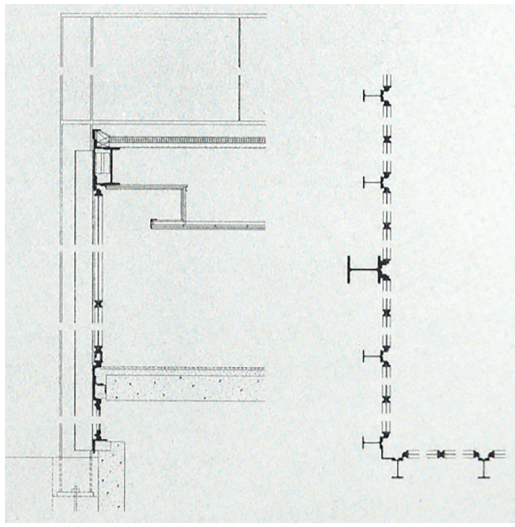


Figura 12. Detalles constructivos de los forjados y del muro cortina, vistos en corte por fachada en la izquierda y planta a la derecha (Schulze 1992, vol. 12: 280)

tras que el inferior oculta el borde de una placa maciza de hormigón (figura 12).

El estudio de la carpintería de los muros cortina y la estructura desvela una contradicción y artificio visual. Los montantes IPN están dispuestos cada 3,05 metros, adaptándose a la modulación de los pórticos estructurales en H. En el exterior es más evidente cuales elementos hacen parte de los pórticos estructurales y cuales del muro cortina. En el interior no se ve jerarquía, la estructura pasa desapercibida, camuflada entre los montantes de la carpintería.

Pareciera que dichos montantes también cumplen una función estructural, pues visualmente conducen los pesos de la cubierta, el revestimiento acristalado y el entresuelo hacia el suelo. Pero no es así, se detienen poco antes de tocar el suelo (figura 13)

¿Cómo se transmiten estas cargas al suelo? El corte por fachada (figura 12) desvela que los montantes se adosan tangencialmente al muro de contención del sótano. Así lo parezcan, los montantes no son elementos portantes: salvo el muro cortina, no cargan nada. ¿Son entonces elementos decorativos que aparentan tener una función estructural y que, en efecto, no la tienen?

Reparemos un poco más en la solución de la esquina. Mies dispuso un elemento en L en la arista

Figura 13. Esquina del Crown hall donde se aprecia que los montantes del muro cortina no tocan el suelo, y la solución de la esquina (fotografía del autor, 2022)

que, junto con los montantes aledaños, simulan una columna al exterior, pero revisando el interior y el detalle en planta se descubre que no hay columna en la esquina, que el elemento en L es solamente un aplique para tapar la esquina

Resulta elocuente comparar las esquinas del Crown hall con las del edificio Seagram y las de Lake Shore Drive (figura 14). Desde afuera, las soluciones son casi idénticas en las tres situaciones. Desde adentro, y en los detalles constructivos, se aprecia que en las torres Lake Shore Drive y en el Seagram en las esquinas hay una columna en hormigón, revestida con metal ¿Cómo es posible que Mies adopte la misma solución de fachada para edificios bajos, medianos y rascacielos? ¿Habría encontrado una solución tipificada para varias situaciones?

Reparemos más en detalle la solución de la esquina en Lake Shore Drive (figura 15). Los montantes de la esquina están adosados al revestimiento metálico de la columna: no sostienen nada, ni siquiera ha-

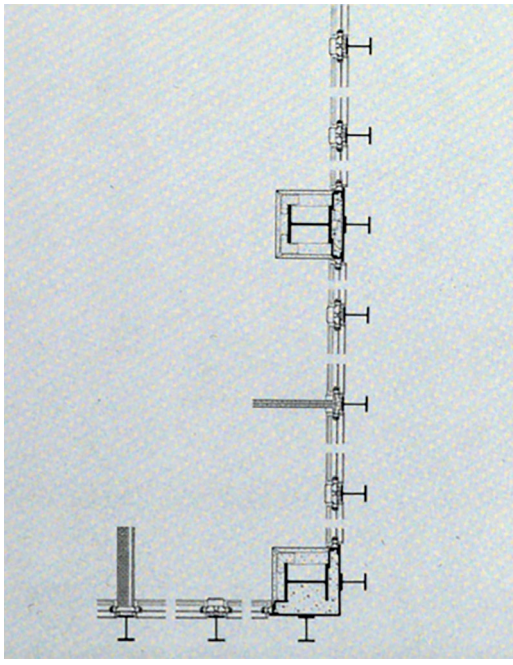


Figura 14. Detalle del muro cortina y esquina en las torres Lake Shore Drive (Schulze, 1992, vol. 14, 216)

cen parte del muro cortina. ¿Qué función tienen? ¿Acaso se han convertido en elementos decorativos que solo buscan mantener la modulación y apariencia del muro cortina? Su misión es simular una continuidad, dar un sentido de unidad al conjunto ¿Acaso no es este un cometido estético, formal?

Las verdades ocultas

A la afirmación de Mies sobre no reconocer asuntos de forma y solo problemas constructivos le caben varias interrogantes: ¿Qué entiende Mies por forma?

Las imágenes comparadas en la revista *G* pueden darnos una pista: «Dos perspectivas distintas / Un mismo objeto». Por un lado, la silueta femenina hace alusión a lo epidérmico, a los revestimientos, a la forma estrictamente visible; del otro lado, la imagen radiográfica difusa de la cabeza, del esqueleto, da cuenta de la estructura que da soporte a lo exterior. Mies se refiere a ambas como una sola entidad. Estructura y revestimiento hablan al unísono en arquitectura.

Figura 15. Detalle de la solución de la esquina de las torres Lake Shore Drive. Los montantes de las esquinas no sostienen nada, ni siquiera el muro cortina (fotografía del autor, 2022)

Esto coincide con el concepto de forma que entendían los antiguos griegos, el cual engloba el aspecto exterior con la idea que subyace al interior del objeto. Mies, a través de su maestro Schinckel, fue un atento observador de la arquitectura clásica. Las referencias de lo clásico en sus edificios a partir de los *pódiums*, las sutiles deformaciones de las columnas o alusiones a los capiteles dóricos están presentes en las columnas de La Nueva Galería de Berlín (Valencia 2022).

Otro asunto que deberíamos de preguntarnos es sobre qué entendía Mies por verdad constructiva.

Apoyados en sus lecturas filosóficas, en especial de Santo Tomás de Aquino, esto afirmó:

> Me interesaba la filosofía de los valores y los problemas del espíritu … me preguntaba repetidas veces: '¿Qué es la verdad?'. Hasta que me topé con Santo Tomás de Aquino y encontré la respuesta (Puente 2006, 53)

Al respecto de la verdad, esto escribía Santo Tomás de Aquino:

> La primera comparación del ente respecto del intelecto es que el ente se corresponda con el intelecto, correspondencia ésta a la que se llama «adecuación del intelecto y de la cosa», en la cual se cumple formalmente la razón de verdadero. (San Martín 2019, 480)

Este razonamiento de Santo Tomas coincide con el concepto de forma de los antiguos griegos: Idea y cosa son lo mismo. Existe una igualdad entre el pensamiento y el objeto.

Lo que profundamente le interesaba a Mies era alcanzar ese grado de perfección donde
la arquitectura y la construcción (la idea y la cosa), coincidieran plenamente.

P.D.: Mientras escribía este texto, me he sentido obligado a contraponer al título original de *Las mentiras piadosas*, el complemento de *las verdades ocultas de Mies va der Rohe*.

Lista de referencias

Beam, Alex. 2020. *Broken Glaas: Mies van Der Rohe, Edith Farnsworth, and the Fight Over a Modernist Masterpiece*. Penguin Random House.

Daza, Ricardo. 2000. *Buscando a Mies*. Actar.

Gastón Guirao, Cristina. 2005. «Mies: El Proyecto Como Revelación Del Lugar.» In *Arquia/Tesis*, vol. 19. Fundación Arquia.

Johnson, Phillip. 1960. *Mies Van Der Rohe*. Victor Leru S.R.L.

Martienssen, Rex D. 1958. *La Idea Del Espacio En La Arquitectura Griega*. Nueva Visión.

Norberg-Schulz, Christian. 1986. *Mies van Der Rohe*. Hermann Blume.

Puente, Moisés. 2006. *Conversaciones Con Mies van Der Rohe*. Gustavo Gili.

Schulze, Franz y Danforth, George. 1992. «The Mies van Der Rohe Archive: An Illustrated Catalogue of the Mies van Der Rohe Drawings in the Museum of Modern Art.» In *Garland Architectural Archives*, vol. 2. Garland.

Solà-Morales, Ignasi; Cirici, Cristian; Ramos, Fernando de. 1993. *Mies van Der Rohe. El Pabellón de Barcelona*. Gustavo Gili.

Valencia Granda, Juan Fernando. 2015. «Baukunst. Del Enunciado Teórico a Su Realización Práctica, Casa Edith Farnsworth .» Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Valencia, Juan Fernando. 2022. «El Orden Moderno En La Obra de Mies van Der Rohe: Galería Del Siglo XX.» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Daños, medidas de protección y reconstrucciones en la zona del Etna tras el terremoto de 1818. El caso de las iglesias de Acicatena (Catania, Italia)

Federica Scibilia
Giulia Sanfilippo
Gabriele Grancagnolo

La Sicilia oriental es una de las áreas de mayor peligrosidad sísmica del Mediterráneo. La recurrencia de eventos telúricos ha modelado históricamente no solo el paisaje urbano y las dinámicas sociales (Giarrizzo 1996), sino que también ha dado origen a una específica "cultura técnica", orientada al desarrollo de estrategias y prácticas constructivas destinadas a mitigar la vulnerabilidad de los edificios. Ello ha favorecido un proceso continuo de aprendizaje empírico basado en la observación de los daños y en la eficacia de las reparaciones.

Los estudios relativos al sismo que entre el 20 de febrero y el primero de marzo de 1818 golpeó la zona del Etna, basados en algunos casos sobre una sólida base documental, han considerado diversos aspectos, desde los políticos y sociales (Calabrese 2013; Iachello 2000; Patanè 1998) hasta otros más específicamente dirigidos al análisis de las técnicas constructivas, a través del examen de algunas arquitecturas principalmente localizadas en las ciudades de Catania y Acireale (Boschi, Guidoboni. 2001; Dato, Magnano di San Lio 1999; Mariotti, Ciuccarelli 2001; Salemi, Lo Faro 2009; Lo Faro, Mondello, Salemi 2018; Scibilia 2021; Scibilia, Lo Faro, Mondello 2022; Scibilia 2022;). En cambio, menos investigado resulta, en cambio, el caso de Acicatena (Grancagnolo 2024) que, junto a las localidades próximas del antiguo territorio de las "Aci" —Aci Consolazione, Aci Santa Lucia, Aci Sant'Antonio, Aci San Filippo y Acireale— registró daños considerables en su patrimonio arquitectónico, tales que requirieron un vasto programa de intervenciones estructurales.

El análisis conjunto de las fuentes bibliográficas —incluyendo los textos impresos de autores coetáneos al sismo (Anónimo, 1818; Longo 1818; Spampinato 1818; Vigo 1818)— y del amplio corpus documental custodiado en el Archivo de Estado de Catania (fondos de la *Intendenza borbónica* y de la *Commissione pe' tremuoti*) y el Archivo Diocesano de Acireale, junto con investigaciones directas en los edificios —que comprenden levantamientos gráficos y fotográficos y análisis críticos de las técnicas constructivas— ha permitido delinear con precisión los efectos del terremoto en el núcleo urbano y las estrategias de reparación y consolidación llevadas a cabo.

Aunque no es posible ofrecer una reconstrucción exhaustiva del conjunto de daños e intervenciones que afectaron al patrimonio monumental de la ciudad, el examen de los principales deterioros y de las correspondientes operaciones de reparación o reconstrucción, realizado a través de una selección de casos de estudio significativos relativos a las iglesias de Acicatena, ha permitido presentar un cuadro general de los daños y de las medidas antisísmicas adoptadas.

Finalmente, el estudio se ha centrado en el la iglesia de Santa Maria della Consolazione, ubicada en el barrio homónimo, un caso emblemático por la gravedad de los daños y derrumbes ocasionados por el sis-

Federica Scibilia; Giulia Sanfilippo; Gabriele Grancagnolo – Università degli studi di Catania

mo. Sobre este edificio se han realizado investigaciones históricas, así como levantamientos directos e instrumentales, cuya interpretación ha permitido evaluar posibles intervenciones de restauración estructural destinadas a mejorar su comportamiento sísmico.

Los efectos del sismo de 1818 en Acicatena: gestión de la emergencia y cultura técnica

A diferencia del desastre sísmico anterior que había afectado la zona oriental de la isla en enero de 1693 o del terremoto que golpeó el área de Messina en 1783, el sismo de 1818, aunque causó daños relevantes al patrimonio arquitectónico existente, no implicó la refundación *in situ* de las poblaciones afectadas ni determinó cambios reales en su estructura urbana, sino que hizo necesario reconstruir edificios individuales o partes de ellos.

La sacudida principal del 20 de febrero, sentida en toda Sicilia hasta Palermo, en Calabria meridional e incluso en Malta, fue seguida por nuevos temblores el 28 de febrero y el 1 de marzo, con réplicas que continuaron hasta el mes de abril. Más de sesenta localidades de la zona del Etna registraron daños cuantiosos en su patrimonio edificado, mientras que otras cuarenta sufrieron lesiones más leves.

Acicatena fue uno de los centros más duramente golpeados por este terremoto, y la gravedad de los daños fue tal que áreas urbanas enteras quedaron casi completamente arrasadas. Así lo recordaba, entre otros, Salvatore Bella, quien afirmaba que Acicatena fue derribada y, en particular, «en el barrio de la Consolación, la iglesia parroquial, la otra de San Cosme y todas las casas, parecía que hubieran sido desmanteladas a propósito; en el de la Catena se derrumbó el palacio municipal, se hundieron varias bóvedas del Conservatorio, con las monjas y las educandas revueltas en un granero subyacente, dos de las cuales perecieron; el Convento de los Reformados quedó derruido en varias partes, dañada la iglesia de Santa Bárbara, la de la Virgen de la Sangre y las cárceles públicas, amenazadoramente agrietada la cúpula de la Matriz, destruidas muchas casas de ciudadanos particulares y, lo que fue peor, con diecisiete cadáveres humanos bajo los escombros en toda la ciudad» (Bella 1892, 157).

Tales observaciones encuentran confirmación también en otros textos impresos de autores contemporáneos al terremoto, como *Memoria storico-fisica sul tremuoto de' 20 febbraio 1818* de Agatino Longo (Longo 1818), y *Osservazioni sui tremuoti in occasione del tremuoto che scosse orribilmente la città di Catania la sera de' 20 febbraro 1818* de Baldassarre Spampinato (Spampinato 1818). Estos textos, además de proporcionar información significativa sobre los daños, contienen útiles reflexiones de naturaleza constructiva, ofreciendo una visión representativa de la cultura técnica de la época.

El sistema de gestión post-terremoto demostró ser en general bastante eficaz, a pesar de la aparición de algunos conflictos entre los grupos de poder involucrados, que inevitablemente causaron una serie de retrasos en las intervenciones de reconstrucción. Esta estructura era el reflejo de un renovado orden administrativo que, a partir del 1 de enero de 1818, había abolido la secular subdivisión de la isla en los Valles de Mazara, Demone y Noto, sustituyéndola por una repartición en siete Intendencias (Palermo, Catania, Messina, Siracusa, Caltanissetta, Trapani y Agrigento) —a su vez subdivididas en veintitrés distritos—, cada una de ellas regida por un Intendente, representante del Estado en las diversas realidades territoriales e interlocutor privilegiado con las élites urbanas locales.

Aprovechando la emergencia y eludiendo en parte el poder local, el Intendente de Catania, el duque Stefano Sammartino di Montalbo, asistido por el Secretario general, Vincenzo Gagliani, instituyó rápidamente su propia oficina, reclutando a nueve personas de "honorabilidad y habilidad" para constituir cuatro *Commissioni per i tremuoti*, que fueron establecidas en los principales centros urbanos de Catania, Acireale, Bronte y Adernò (hoy Adrano) (Iachello 2000, 27-28). Estos órganos, bajo la dependencia directa del Intendente y cada uno competente para los territorios de su jurisdicción, gozaban de amplios poderes y estaban compuestos por exponentes de la aristocracia local y por un ingeniero que desempeñaba un papel de coordinación de las actividades técnicas.

En la inicial situación de emergencia, el Intendente de Catania, en primera instancia, encargó a los técnicos de las Comisiones que realizaran un reconocimiento sistemático del patrimonio edificado de los centros afectados para constatar la magnitud y la naturaleza de los daños. Esta intensa actividad supuso a la elaboración tanto de "cuadros" generales como de peritajes relativos a edificios individuales, destinados a la evaluación de los daños. Además, la actividad de di-

chas Comisiones también abarcó la asignación de los fondos concedidos por el gobierno, la aprobación de los proyectos de restauración de los edificios dañados que cada propietario debía presentar obligatoriamente, así como la supervisión de la calidad de los trabajos.

Acicatena fue asignada a la comisión de Catania (Iachello 2000, 27-28), dirigida por el ingeniero Salvatore Zarha Buda, y fue incluida en la primera clase debido a la particular magnitud de los daños sufridos, estimados en un total de 7953 onzas (ASCt, *Intendenza borbonica*, b. 4209, cc. nn.). En efecto, para gestionar de manera orgánica las consecuencias del sismo, la Intendencia dividió los centros afectados en cuatro clases: en la primera se incluían los municipios más devastados; a continuación los municipios que habían sufrido daños considerables en sus edificios, pero en los que no se habían producido derrumbes; luego, los centros con lesiones moderadas y fácilmente reparables; y, finalmente, aquellos que habían sufrido daños leves, incluidos en la cuarta clase.

Para cada municipio se redactaron posteriormente "cuadros de daños", que se configuraban como "tablas" en las que se indicaban todos los edificios dañados y, para cada uno de ellos, una primera estimación económica de los daños, indicativa de la magnitud de los deterioros ocurridos.

En la época del terremoto, Acicatena era uno de los principales centros de la zona de Aci, caracterizado por un tejido urbano compacto y una estructura de asentamiento todavía fuertemente ligada al antiguo sistema de caseríos medievales del que había surgido. El núcleo habitado presentaba una estructura articulada en barrios históricos desarrollados en torno a la iglesia de Santa Maria della Catena y a las principales edificaciones religiosas, que eran los centros de la vida comunitaria y puntos de referencia de la mor-

Figura 1. Localización de las iglesias de Acicatena afectadas por el terremoto de 1818. En rojo se indica la iglesia de Santa María de la Consolación, objeto de análisis. (Elaboración propia)

fología urbana (Pappalardo 1981; Pappalardo 1985).

Durante la situación de emergencia, las primeras medidas se centraron en la construcción de algunos barracones provisionales para alojar a los desplazados: uno en el barrio de la Consolación para acoger a los pobres sin techo; otro en el llano del convento de San Antonio para albergar a los detenidos, en su mayoría reos de delitos capitales, y para celebrar las funciones religiosas. Se construyeron otros barracones frente a la iglesia principal y a la de Santa Lucía (Bella 1892, 157-158).

Paralelamente, se inició una actividad de inspección de los edificios, que llevó a la redacción del "cuadro de daños", del cual se desprende que en Acicatena casi todos los edificios públicos, las iglesias y la mayoría de las viviendas sufrieron deterioros. Entre las construcciones más dañadas se encontraban la Logia Municipal, la cárcel y las siguientes iglesias (figura 1): 1. Santa Lucía (figura 2); 2. San Antonio de Padua (figura 3) (comúnmente denominada del Convento); 3. Santa Bárbara; 4. San Giacomo; 5. Santa Maria del Sangue; 6. Consolazione; 7. San Giuseppe (Magnano di San Lio 2000) (figura 4); 8. SS. Elena e Costantino; 9. Maria SS. Della Catena (fig. 5); 10. San Camillo.

Figura 3. Iglesia del convento de San Antonio de Padua en Acicatena

A estos edificios se sumaban los daños relativos a las casas particulares, con una distinción entre propietarios "hábiles", es decir, capaces de sufragar los gastos necesarios para la restauración de los edificios —a quienes se concedieron exenciones fiscales para iniciar rápidamente el proceso de reconstrucción—, y

Figura 2. Iglesia de Santa Lucía en Acicatena

Figura 4. Iglesia de San José en Acicatena

Figura 5. Iglesia de Santa María de la Catena en Acicatena

propietarios "inábiles", cuyas casas fueron reparadas con dinero público.

Se produjeron daños particularmente graves en el barrio de la Consolación, que registró el derrumbe de 189 casas (Patanè 1998, 303). En un testimonio de aquellos días, el ya citado ingeniero Zhara Buda escribió: «En el suelo yace la Iglesia de San Jacopo, y yace igualmente la de Santa Maria della Consolazione, con todo el barrio entero. Este lugar parece el punto de la Catena más abatido, y no se puede describir su exterminio de otra manera que diciendo *fuit*. Los Acitanos, que de allí regresan, vienen mudos, con los ojos húmedos y desgarrados por la compasión» (ASCT, *Commissione pe Tremuoti*, b. 7, cc. nn.).

La reconstrucción avanzó lentamente, debido a las dificultades económicas y la escasez de recursos. A pesar de los alarmantes peritajes realizados por los técnicos, las iglesias fueron restauradas solo después de numerosas solicitudes de ayuda dirigidas al Intendente por parte del clero y los ciudadanos. En particular, para la iglesia parroquial de Santa Maria della Consolazione, objeto de profundización en este estudio, se detectaron importantes lesiones en los arcos y en los muros, desprendimientos de enlucidos y estucos, y derrumbes de porciones de la cubierta, previéndose para las restauraciones un gasto de aproximadamente 900 onzas (ASCt, Intendenza borbonica, b.4209, cc. nn.).

Medidas estructurales antisísmicas en la reconstrucción del patrimonio arquitectónico de Acicatena

El examen de la documentación producida después del sismo de 1818, principalmente constituida por los peritajes de los ingenieros destinados al reconocimiento de los daños y a las consiguientes intervenciones, permite identificar un conjunto de medidas antisísmicas recurrentes, basadas en la observación de los mecanismos del daño. Entre las principales intervenciones —aplicadas a muros, cerramientos horizontales, cimentaciones y campanarios—, orientadas tanto a la reparación como a la mejora del comportamiento estructural, se encuentran las siguientes:

1. Consolidación de los paños de muro: El terremoto puso de manifiesto la vulnerabilidad de los muros tradicionales frente a los vuelcos fuera del plano y la escasa conexión entre paredes ortogonales. Las soluciones adoptadas incluyeron la inserción de diatones, representados la mayoría de las veces por sillares escuadrados de basalto para mejorar la trabazón; de tirantes metálicos para garantizar un comportamiento de caja; de contrafuertes de sección homogénea o con un perfil ataludado como medida principal para contrarrestar los empujes y los mecanismos de vuelco. En Acicatena, estas medidas están documentadas en las siguientes edificaciones:

— Iglesia del convento de Sant'Antonio di Padova: Según el peritaje de los ingenieros Michele Sciacca y Paolo Musumeci (ASCt, *Intendenza borbonica*, b.4214 (1818-30), cc. 1287-1293), se construyeron robustos contrafuertes ataluzados y se recosieron los muros con lascas de piedra lávica y yeso.
— Iglesia de San Giacomo: Se realizaron tres espolones exteriores y se adoptaron trabazones con "cannarozzoni" (bloques basálticos escuadrados) para el cosido de las lesiones.
— Iglesia Santa Maria della Catena: A raíz de las

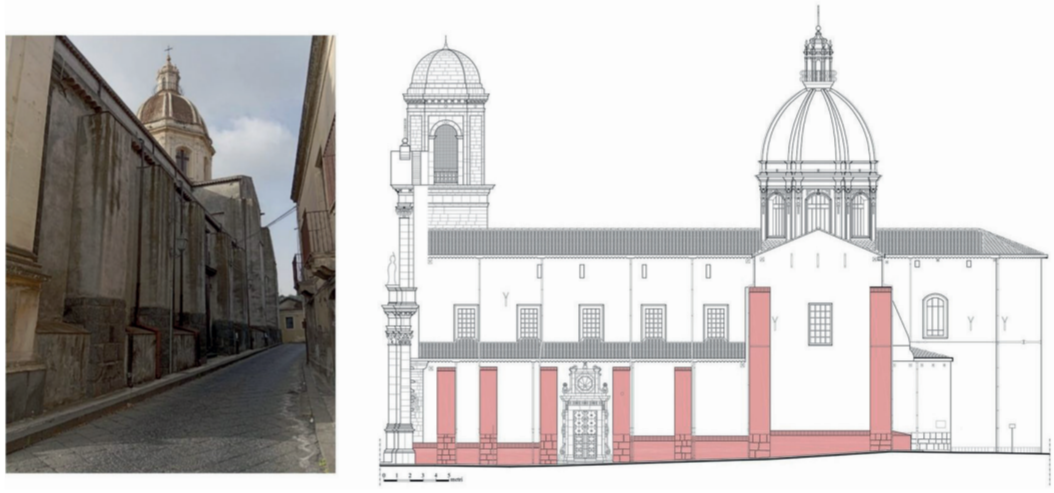


Figura 6. Iglesia de Santa María de la Catena en Acicatena, alzado occidental con los contrafuertes construidos tras el sismo de 1818; fotografía y redibujo. (Lo Faro, Mondello y Salemi 2018)

lesiones aparecidas a lo largo de los muros de las naves laterales, los flancos fueron reforzados con pilares adosados a los muros perimetrales. En particular, según las indicaciones recibidas de Zahra Buda, se realizaron nuevos tabiques de tres palmos de espesor y se previó la inserción de 25 «cannarozzoni» (bloques basálticos escuadrados) por cada "*canna"* lineal de mampostería (aproximadamente 2 metros), ligados con mortero (figura 6).

2. Intervenciones en los cerramientos horizontales: Las bóvedas de mampostería, particularmente vulnerables por su peso y empujes laterales, fueron consolidadas con cadenas o sustituidas por estructuras más ligeras, caracterizadas por bóvedas de cañas y yeso, montadas sobre cimbras de madera de peso reducido. Esta técnica, que en Sicilia ya estaba documentada después de los terremotos de 1693 en el Val di Noto y de 1726 en Palermo (Nobile, Bares 2015; Scibilia 2015, 81), representaba una alternativa válida a la consolidación de bóvedas reales con zunchos y tirantes de hierro. Fue adoptada, por ejemplo, en la iglesia de la Consolazione donde, como se especificará más adelante, la bóveda real derrumbada fue sustituida por una "bóveda falsa" más ligera. Aquí también se documenta la inserción de tirantes metálicos, sumergidos en plomo fundido para mejorar su durabilidad, cuyo uso también se atestigua en las iglesias de Sant'Antonio y San Giacomo.

3. Consolidación de las cimentaciones: Las debilidades en la cimentación representaron una de las principales problemáticas. La respuesta más común fue la adición de zarpas de bloques de basalto escuadrado, útiles para ampliar la base de apoyo y estabilizar los muros. La iglesia de la Consolazione, situada sobre un terreno incoherente, fue reforzada con una zarpa a lo largo de la fachada sur.

4. Intervenciones en los campanarios: Estas estructuras, por sus propias características - gran altura en relación con su base, lo que determinaba la parcialización de gran parte de la sección resistente ante las acciones horizontales inducidas por el terremoto-, resultaban particularmente vulnerables desde el punto de vista sísmico, como lo demostró la aparición de frecuentes lesiones y derrumbes. Las intervenciones incluían en algunos casos la reducción de su altura, si no la demolición de las torres, como se documenta en el caso de la iglesia del convento de Sant'Antonio de Padua, del siglo XVII, donde entre las intervenciones - que incluían la reconstrucción de las bóvedas de las capillas y los dormitorios, la introducción de contrafuertes en los lados oriental, septentrional y meridional, y el cierre de las lesiones en los muros de la sacristía, la antesacristía y el claustro - también se preveía la demolición y reconstrucción del campana-

rio. En otros casos, se realizó la consolidación de las torres mediante la inserción de cadenas metálicas y la demolición de las arquivoltas en la zona de las campanas, sustituidas por arcos de menor luz y jambas de basalto, como se documenta en la torre de la iglesia principal, donde el campanario, entonces en fase de construcción, fue dañado por el sismo al considerarse que sus cimientos eran poco profundos e incapaces de soportar la carga total.

También los edificios civiles —como la Logia Municipal y la Cárcel— fueron objeto de consolidaciones, con la reconstrucción de las cubiertas con cerchas y el cosido de los muros mediante sillares diatones (tizones).

El conjunto de estas medidas ofrece un cuadro claro de la cultura técnica desarrollada a raíz del sismo de 1818: una cultura empírica, capaz de elaborar respuestas eficaces mediante el empleo de materiales locales (basalto, piedra lávica, yeso), el uso sistemático de trabazones y tirantes, y la adopción de medidas ya consolidadas entre los técnicos locales, en parte ya experimentadas con motivo de terremotos anteriores (Scibilia, Lo Faro, Mondello 2022; Scibilia, Lo Faro 2023). El análisis de los casos de estudio confirma que el evento sísmico constituyó un momento crucial para la evolución de la cultura técnica decimonónica en la zona del Etna, contribuyendo de manera determinante a la definición de prácticas constructivas orientadas a criterios antisísmicos, que además fueron determinantes también con ocasión del terremoto que poco después afectaría a la franja septentrional de Sicilia, ocurrido el 5 de marzo de 1823 (Scibilia 2021).

La iglesia de Santa Maria della Consolazione

La primera estructura de la iglesia fue fundada a principios del siglo XVII en la cima de una ladera y, junto con las iglesias de San Giacomo, Santa Lucia y SS. Elena e Costantino, constituyó uno de los núcleos de las primitivas aldeas que antecedieron al actual centro urbano. El edificio (figura 7) fue posteriormente destruido y reconstruido tras el sismo del Val di Noto de 1693 y gravemente dañado durante la inundación de 1761 (Bella 1892).

La planta arquitectónica es de nave única con ábside de semicircular y cubierta a dos aguas. La estructura portante estaba constituida por una mampostería de piedra lávica "no alisada" de aproximadamente 1 metro de espesor (1/10 de la altura) (ASDA, *Fondo Parrocchie*). De lo que se desprende del peritaje del 26 de octubre de 1818 en el fondo *Commissione pe tremuoti*, se deduce que antes del sismo, la bóveda de cañón con lunetos de pómez y yeso definía superiormente toda la nave, mientras que la cubierta de madera era de tipo a empuje, con 'falsos puntales' sobre correas.

Después del terremoto, Zahra Buda constató serios daños en todo el edificio, detectando lesiones tanto en las estructuras de fábrica como en arcos y bóvedas, así como el derrumbe parcial de la cubierta y de parte del aparejo pétreo, incluidos enlucidos y estucos (ASCt, *Commissione pe Tremuoti*, b. 7, cc. nn.), con un coste total de 900 onzas.

En los siglos posteriores se produjeron varios asentamientos diferenciales y, consecuentemente, nuevos patrones de fisuras que afectaron al ábside y a la nave, no solo a raíz de los sucesivos eventos te-

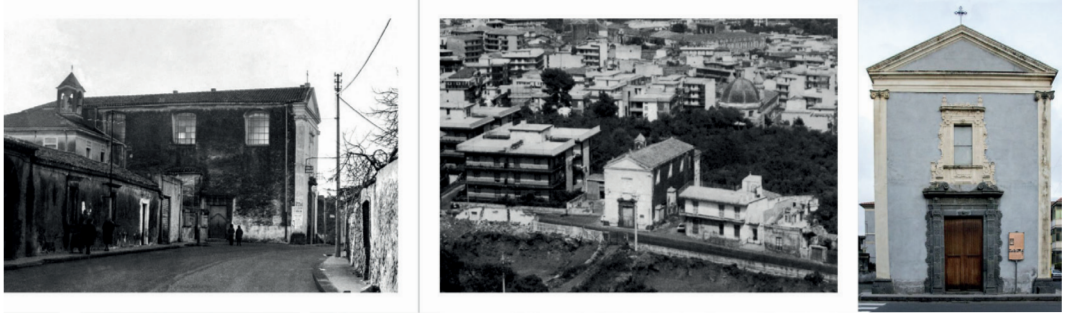


Figura 7. La iglesia de Santa María de la Consolación en los años sesenta, ochenta del siglo XX y en la actualidad. (Archivos privados y fotografías de los autores)

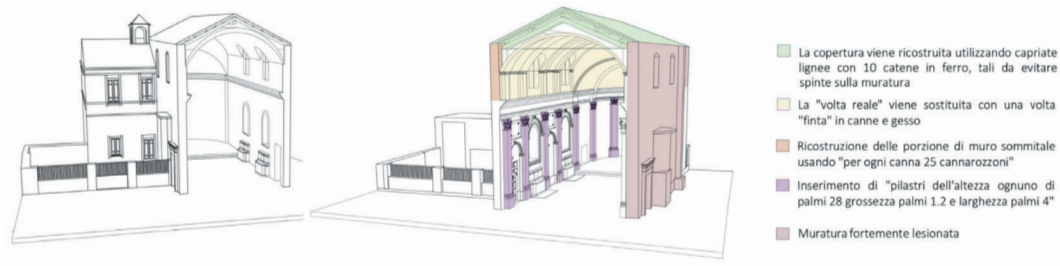


Figura 8. Modelos 3D que representan la iglesia antes del terremoto de 1818 y la localización de los refuerzos incorporados tras el sismo de 1818. (Elaboración propia)

lúricos que ocurrieron en la zona, sino también debido a un terreno de cimentación de escasa consistencia. Se deduce, por tanto, que los daños detectados en aquel entonces por la *Commissione pé tremuoti* derivaron también del plano de cimentación arcilloso (ASDA, *Fondo parrocchie*), que además fue fracturado por la falla de Moscarello precisamente durante el sismo de 1818.

Para la reconstrucción y restauración de las estructuras supervivientes, los técnicos orientaron el proyecto hacia una mejora sísmica global del edificio, con la introducción de las mismas medidas que se aplicaron en gran parte de las iglesias y palacios de la zona sudoriental afectada por el mismo sismo. Para la reconstrucción del muro derrumbado, Zahra Buda escribió que por cada *canna* de la mencionada construcción debían introducirse "25 *cannarozzoni* de 2.6 palmos de longitud por 1" y "formar el hormigón con la arena del cercano torrente de Santa Lucía" (ASCt, *Commissione pe' tremuoti*, b. 7, cc. nn.). Esta 'mejora' constructiva indudablemente hizo más compacta la mampostería, garantizando una mejor trabazón entre los dos frentes perimetrales de los muros. Además, se introdujeron tres cadenas metálicas en dirección norte-sur y una serie de pilastras -"pilares de una altura cada uno de 28 palmos, un grosor de 1.2 palmos y una anchura de 4 palmos"-para aumentar la resistencia de la mampostería de las naves.

La cubierta fue reconstruida disponiendo cerchas de madera encadenadas con tirantes metálicos para evitar acciones de empuje sobre la parte superior de los muros; disminuyendo así el índice de vulnerabilidad en aproximadamente un 10%, se mejoró empíricamente de forma notable la respuesta global del edificio en caso de nuevas sacudidas sísmicas (Donatelli 2010, 10).

El sistema constructivo de la nueva bóveda ya se había previsto en cañas y yeso para la reconstrucción posterior a la inundación de 1761 (ASCt, b.2175, c. 785 y ss.). En Sicilia, ya desde el siglo XVIII, los *dammusi finti* (bóvedas falsas) eran considerados una

Figura 9. Bajo cubierta con el extradós de la falsa bóveda de cañas y yeso; a la derecha, intradós de la bóveda de la nave y su extradós. (Elaboración propia)

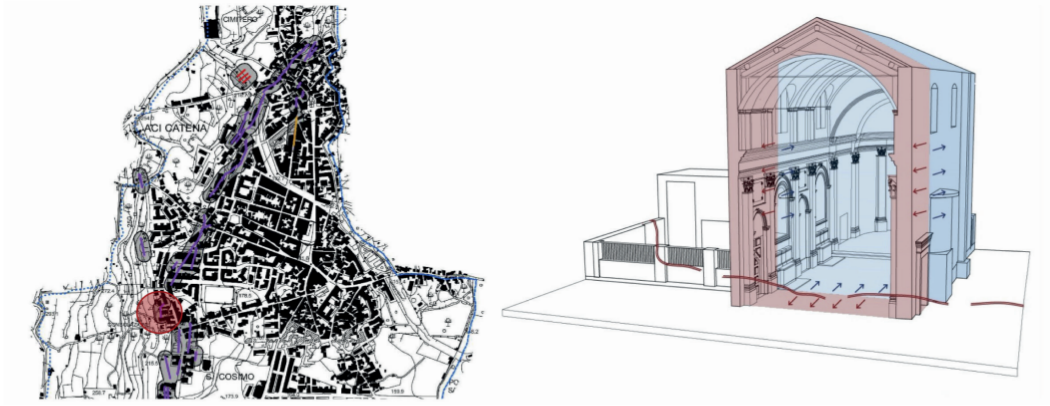


Figura 10. Bajo cubierta con el extradós de la falsa bóveda de cañas y yeso; a la derecha, intradós de la bóveda de la nave y su extradós. (Elaboración propia)

alternativa válida a los *dammusi reali* (bóvedas reales), ya que ejercían menos empuje sobre las estructuras verticales, eran más flexibles y colaboraban con las deformaciones debidas a las acciones de empuje. Estaban constituidas por un armazón de cimbras de madera que se encajaba en los muros perimetrales. Esteras de cañas, atadas con alambres o entrelazadas entre sí, se clavaban a las cimbras y finalmente se revestían con mortero de yeso (figuras 8-9).

Durante la primera mitad del siglo XX, a raíz de otros eventos sísmicos (1914 y 1943) que se sucedieron en la zona oriental del Etna, la iglesia de Santa Maria della Consolazione fue nuevamente objeto de estudios e intervenciones que, sin embargo, no evitaron su actual estado de deterioro. Después del terremoto del 13 de diciembre de 1990, debido a los graves daños estructurales, el edificio fue declarado inhabitable (Sanfilippo 2009). En 1998, la región de Sicilia encargó la redacción de un proyecto de restauración conservadora que preveía, entre otras intervenciones, la consolidación de la mampostería con una mezcla a base de cal grasa, la reconexión de las lesiones principales con la técnica de cosido y descosido (*scuci e cuci*), la inserción de una contrabóveda de pómez y yeso de espesor limitado (unos 6 cm) anclada con clavos de conexión, un zuncho de mampostería armada en la coronación de los muros y nuevas cadenas metálicas. Finalmente, para mejorar el aislamiento del cerramiento de base, se dispuso un forjado sanitario ventilado flotante (Oficina de Ingeniería Civil de Catania, Informe técnico ilustrativo, obras de recuperación y conservación de la iglesia de Santa Maria della Consolazione).

El reciente terremoto (2018), que afectó nuevamente a todos los municipios de la ladera oriental del Etna, acentuó la fisura correspondiente a la falla que atraviesa todo el pueblo, creando en la iglesia una fractura pasante que separa el edificio en dos partes y un severo cuadro de fisuras en toda la porción de muro comprometida por el movimiento geológico. Por lo tanto, desde el 26 de diciembre de 2018, el edificio está cerrado al culto (figuras 10-11).

Interpretación crítica y algunas hipótesis de proyecto

De los análisis directos e indirectos realizados durante el último año en la iglesia de la Consolación y de la lectura de los documentos de archivo, ha surgido una grave criticidad determinada por la mencionada falla que divide el edificio en dos porciones: la primera comprende la parte inicial de la nave y la fachada principal; la segunda está constituida por la nave y el ábside. La primera área, además, se encuentra rebajada algunos milímetros con respecto a la segunda. Asimismo, del estudio del modelo tridimensional, obtenido con levantamientos instrumentales y directos, y en referencia al catálogo de mecanismos de daño en iglesias (Directiva del Presidente del Consejo de Ministros del 12/10/2007 para la evaluación y reducción del riesgo sísmico del patrimonio cultural con referen-

Figura 11. Mapeo de las fallas abiertas tras los eventos volcánicos y sísmicos que afectaron el Etna y su sector oriental en 2002 (en violeta) y esquema de sus efectos en la iglesia de Santa María de la Consolación. (Estudios de microzonificación sísmica del municipio de Acicatena)

cia a las Normas Técnicas para la Construcción), se han identificado "Mecanismos en el plano de la fachada" y "Mecanismos de cortante en las paredes laterales", generalmente determinados por la presencia de grandes volúmenes vacíos perimetrados por paredes de modesto espesor. Sin embargo, en este caso específico, las pilastras introducidas en la mampostería después del terremoto de 1818 podrían haber mitigado los efectos de dicho mecanismo, así como la cubierta (no empujante) de cerchas, construida en sustitución de la anterior de falsos puntales, podría haber contenido el posible vuelco de las partes laterales. Finalmente, el "vuelco de la fachada", los "mecanismos en la coronación de la fachada" y la "respuesta transversal de la nave" podrían haber sido contrarrestados por el zuncho de mampostería armada y por las cadenas de hierro insertadas tras el sismo de 1990 con la intervención de 1998.

En definitiva, la iglesia hoy parece globalmente bien protegida, pero aún son evidentes graves problemáticas no resueltas, determinadas por las diversas lesiones pasantes todavía abiertas y probablemente no estables que afectan a la mampostería involucrada en los movimientos de la falla, y por la alarmante condición estática del terreno de cimentación, que compromete severamente la conexión con las fundaciones. Por lo tanto, considerando la imposibilidad de eliminar la falla que atraviesa la iglesia ortogonalmente, ninguna intervención puede garantizar la seguridad frente a futuros eventos sísmicos o asentamientos de la falla. Sin embargo, podría ser posible un "mejoramiento" estructural, como prevén las *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale* de 2011, con el fin de salvaguardar la integridad de los usuarios y, al mismo tiempo, preservar el valor histórico, arquitectónico y, sobre todo, identitario de la iglesia.

Se plantean por tanto posibles nuevas intervenciones de consolidación en las fábricas, integrando las técnicas constructivas tradicionales (ya aplicadas con las intervenciones de 2018) con tecnologías y materiales contemporáneos, con el fin de obtener una mejor continuidad estructural y, por tanto, mejorar la seguridad global del edificio. Cada intervención debería evaluarse únicamente tras un atento seguimiento del cuadro fisurativo y después de nuevas investigaciones geognósticas, con un posterior plan de 'conservación programada' (D.L. 31 de marzo de 2023, n.º 36, Nuevo Código de Contratos Públicos. Normativa, Anexo II.18) para el control, en el tiempo, del estado de seguridad estructural de la edificación (Bartolomucci 2023 y Della Torre 2022).

Conclusiones

El análisis realizado sobre el sismo de 1818 y sus repercusiones en el patrimonio arquitectónico de Acicatena permite ofrecer un panorama de la cultura técnica que caracterizó las prácticas de reconstrucción en la zona del Etna durante la primera mitad del siglo XIX. El examen de las fuentes de archivo, con especial referencia a los peritajes de los técnicos de la época y a las evidencias materiales aún legibles en los edificios, ha permitido destacar un enfoque coherente en la gestión de la emergencia y en la elaboración de estrategias antisísmicas.

En el contexto más amplio de los centros del área del Etna afectados por el sismo, el caso de Acicatena se distingue por la gravedad de los daños y por la sistematicidad de las intervenciones emprendidas, que involucraron tanto a los edificios públicos y religiosos como a la edificación privada. Las soluciones identificadas - cosido de muros con elementos pétreos de gran espesor, contrafuertes, tirantes metálicos, aligeramiento de las bóvedas, consolidación de las cimentaciones - testimonian una capacidad de comprensión de los mecanismos de daño y una res-

puesta técnica que, aunque fundada en la observación empírica, resulta plenamente consciente de los principios estáticos fundamentales.

En esta perspectiva, la iglesia de Santa Maria della Consolazione representa un caso emblemático: la vulnerabilidad derivada de la naturaleza del terreno y de la presencia de la falla de Moscarello -condición que transforma el edificio en un sistema permanentemente inestable- pone de manifiesto los límites estructurales de cualquier intervención puramente reparadora. A pesar de que los frecuentes eventos sísmicos han comprometido la estaticidad del edificio, cada intervención de restauración ha introducido soluciones destinadas a incrementar la resiliencia de la estructura. La sucesión de restauraciones ha generado una valiosa estratificación de información sobre la evolución de las técnicas de mejora sísmica, hoy evaluables a la luz de los diversos terremotos que han afectado al edificio (Giuffrè, Carocci 1993; Doglioni 1994).

El análisis de los datos estructurales y geológicos evidencia los desafíos intrínsecos a los que se enfrenta la conservación de un edificio construido sobre una falla activa. Aunque las intervenciones propuestas no pueden garantizar la resistencia frente a futuros eventos telúricos, podrían contribuir a mitigar los daños y a salvaguardar la seguridad de los usuarios.

En definitiva, el estudio del sismo de 1818 y sus repercusiones en Acicatena no solo enriquece el conocimiento de la historia constructiva de la zona del Etna, sino que también ofrece significativas indicaciones metodológicas para la protección del patrimonio arquitectónico en áreas sísmicas, demostrando cómo la comprensión de los comportamientos estructurales, integrada con el conocimiento histórico, es un prerrequisito indispensable para toda intervención consciente, capaz de conciliar seguridad, conservación y memoria de los lugares.

Notas

1. Aunque la contribución es unitaria, se especifica que se atribuye el primero y el segundo párrafo a Federica Scibilia y el tercero y el cuarto a Giulia Sanfilippo, mientras que la introducción y las conclusiones son de todos los autores.
2. Este trabajo se enmarca dentro de los proyectos de investigación (PIA.CE.RI) 2024/2026 “Architettura/Città/Trasformazione. Riuso, restauro e ricostruzione negli scenari post catastrofe e nei periodi di transizione (secoli XV-XX) (ACT)” y “Beni culturali accessibili. Conservazione, integrazione e uso sostenibile del patrimonio architettonico e archeologico”, ambos del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DICAR) de la Università degli Studi di Catania.
3. Abreviaturas utilizadas: ASCt = Archivo de Estado de Catania; ASDA = Fondo Diocesano di Acireale.

Lista de referencias

Anónimo. 1818. *Il tremuoto de’ 20 febbraro 1818 notte*. Acireale: Tipografia del Sac. Giuseppe Ragonisi.

Bartolomucci, Clara 2023. Qualità e tempo. La conoscenza degli interventi pregressi per il progetto di restauro. En *Restauro dell’architettura. Per un progetto di qualità*, editado por S. Della Torre y V. Russo V., sez. 3, 521–529. (Roma: SIRA)

Bella, Salvatore. 1892. *Memorie storiche del comune di Aci Catena*. Acireale: Saro Donzuso.

Boschi, E. y Guidoboni, E. 2001. *Catania. Terremoti e lave dal mondo antico alla fine del Novecento*. Bologna: Editrice Compositori.

Calabrese, Gaetano. 2013. Il terremoto del 1818 a Catania e nei comuni etnei in un piccolo fondo dell’Archivio di Stato di Catania. *Archivi*, 8 (2): 124–140.

Dato, Giuseppe y Eugenio Magnano di San Lio. 1999. Le metamorfosi dello spazio urbano dopo i terremoti del 1783 e 1818 ad Acireale e Catania. *Quaderno DAU*, 18: 43–56.

Della Torre, Stefano. 2022. Conservazione programmata: la visione, le politiche, le pratiche. Il capitale culturale, Supplementi, 12, 93–104.

Doglioni, F., Moretti, A. y Petrini V. (eds). 1994. *Le chiese e il terremoto. Dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro. Verso una politica di prevenzione*. Trieste: Lint Editoriale Associati.

Donatelli, Adalgisa. 2010. *Terremoto e architettura storica prevenire l’emergenza*. Roma: Gangemi editore.

Giarrizzo, Giuseppe. 1996. *La Sicilia dei terremoti. Lunga durata e dinamiche sociali*. Catania: Maimone.

Giuffrè, Antonino y Caterina Carocci. 1999. *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo*. Roma: Laterza.

Grancagnolo, Gabriele. 2024. *Il tremuoto del 20 febbraio 1818, danni presidi e ricostruzioni nell’areale etneo. Il caso della chiesa di Santa Maria della Consolazione ad Acicatena*, tesi di laurea in Ingegneria edile Architettura, Università di Catania, relatrici prof. G. Sanfilippo, F. Scibilia, a.a. 2023/24.

Iachello, Enrico. 2000. *La politica delle calamità. Terremoto e colera nella Sicilia borbonica*. Catania: Maimone.

Longo, Agatino. 1818. *Memoria storico-fisica sul tremuoto de' 20 Febbraro 1818*. Catania: Stamperia de' Regj Studi.

Lo Faro, Alessabdro, Mondello, Attilio y Angelo Salemi. 2018. For the construction an 'expert' memory: the earthquake of 1818. *TEMA – Technologies Engineering Materials Architecture*, 4 (2).

Magnano di San Lio, Eugenio. 2000. *La chiesa di San Giuseppe in Aci Catena. Geometrie e simboli di un'architettura del Settecento*. Catania: Maimone.

Mariotti Dante y Cecilia Ciuccarelli. 2001. Catania nell'Ottocento: I terremoti del 20 febbraio, 1 marzo 1818 e 11 gennaio 1848. En *Catania terremoti e lave dal mondo antico alla fine del Novecento*, INGV-SGA: Roma-Bologna, 167–216.

Nobile, Marco Rosario y Maria Mercedes Bares. 2015. The "false vaults" in the architecture of Sicily. *Construction History. International Journal of Construction History Society* 30 (1): 53–70.

Pappalardo, Salvatore. 1981. *Chiese e quartieri di Acicatena*. Acireale: Galatea.

Pappalardo, Salvatore. 1985. *Acicatena barocca*. Acireale: Galatea.

Patanè, Antonio. 1998. Vicende sociali, politiche, amministrative ed urbanistiche di Acireale dopo il terremoto del 1818. *Memorie e Rendiconti dell'Accademia degli Zelanti e dei Dafnici*, IV, VIII: 247–318.

Salemi, Angelo y Alessandro Lo Faro. 2009. Cultura tecnica e sisma nella Sicilia Orientale: Il terremoto del 1818. En *Il Sisma: Ricordare, prevenire, progettare*, editas por O. Fiandaca y R. Lione, 109–22. Città di Castello: Alinea Editrice.

Sanfilippo, Giulia 2009. La protezione dal rischio sismico dell'architettura storica tra modernità e tradizione. En *Il Sisma: Ricordare, prevenire, progettare*, editas por O. Fiandaca y R. Lione, 579-588. Città di Castello: Alinea.

Scibilia, Federica. 2015. *Terremoto e architettura storica. Palermo e il sisma del 1726*. Palermo: Caracol.

Scibilia, Federica. 2021. Rebuilding after the earthquake: earthquake-resistant construction techniques in Sicily in the eighteenth and nineteenth centuries. En *Proceedings of 7th International Congress on Construction History*, editadas por J. Mascarenhas-Mateu, A.P. Ana Paula Pires, Vol. 2, 637–644. London: Taylor and Francis.

Scibilia, Federica. 2022. "Riparazione dei danni e presidi antisismici dopo il terremoto del 1818 in area etnea." En *Atti del IX Convegno di Storia dell'Ingegneria*, I: 177–189. Napoli: Cuzzolin.

Scibilia, Federica, Lo Faro, Alessandro y Attilio Mondello. 2022. Earthquake-resistant techniques in the Etna Area after the earthquake of 1818. *International Journal of Architectural Heritage* 17: 1855–1875.

Scibilia, F., Lo Faro, A. 2023. Post-seismic interventions in Sicily in the first half of the 19th century. En *Atas do 4° Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira*, 575–585. Guimarães: Universidade do Minho.

Spampinato, Baldassarre. 1818. *Osservazioni sui tremuoti in occasione del tremuoto che scosse orribilmente la città di Catania la sera de' 20 febbraro 1818. Dell'abate Baldassarre Spampinato*. Catania: da' Torchi della R. Università Francesco Pastore Tipografo.

Vigo, Salvatore. 1818. *Il tremuoto de' 20 febbraro 1818 notte*. Biblioteca Zelantea, Misc. Salvatore Vigo, b. 63.

Herramientas, materiales y arquitectura del Perú precolombino: Estado de la cuestión

Henry Eduardo Torres

La superposición cultural, española en inca, no solo mantuvo conocimientos, sino que, en forma paralela algunas tradiciones de los antiguos peruanos se perdieron. Ello ha mantenido varios tópicos referidos a las construcciones en el completo olvido. Es el caso del tapial que reemplaza a la técnica de construcción con *tierra conformada* empleada masivamente en la costa en los periodos tardíos del periodo prehispánico. La suplantación de la técnica nativa con la técnica de la tapia hizo que se perdieran, los valores inmateriales asociados. No es el caso de la quincha, que se suma bien a las nuevas necesidades de construcción de los españoles en Lima y que se emplea convenientemente aportando sus capacidades sismorresistentes, tan necesarias sobre todo después del terremoto de 1746 (Walker 2012).

Es escasa la información escrita a la que se puede recurrir, tales como las crónicas de los conquistadores. Otras fuentes provinieron de las representaciones artísticas tales como la cerámica, medio por el cual se representaron formas arquitectónicas (Modelando el mundo. Imágenes de la arquitectura precolombina. 2011) pero no directamente la forma como habrían sido construidas.

Algunas referencias recogieron viajeros como Wienner en su viaje por el Perú, el autor recupera lo que debe ser de las pocas imágenes precolombinas acerca de las actividades constructivas, se suman a estos aportes, las gráficas coloniales de Guamán Poma. En general son muy pocas las referencias primarias que se conocen y que dan información acerca del proceso de construcción en el antiguo Perú. Incluso la autenticidad de las imágenes de Wienner (Pérou et Bolivie 1880) pueden estar en duda debido a la baja fidelidad en la interpretación de la información que recupera el autor, y la dificultad que significaba, en su tiempo la interpretación de la iconografía mochica (Rucabado 2024). Quizá el único caso confiable que hace referencia a este tema sea lo que ofrece Guaman Poma en la escena denominada: *AMOJONADORES DESTE REINO, VNA CAVCHO INGA, CONA RAQVI INGA*[1] el cual es posiblemente una de las pocas referencias gráficas acerca del trabajo de construcción durante la época prehispánica en los Andes.

Problemática

De la información analizada, que consistió por una parte, el estudio del léxico asociado a la construcción mediante la revisión de diccionarios quechua-castellano disponibles en diversos repositorios, por otro lado con la búsqueda de referencias bibliográficas que registran no solo actividades vinculadas a la construcción, sino también herramientas y oficios, se ha logrado establecer que la arquitectura de los Andes se sustentaba en un sistema de trabajo complejo y especializado, con múltiples actividades. A esta primera conclusión se debe agregar la presencia inequí-

Henry Eduardo Torres – Universitat Politécnica de Valencia

voca de herramientas de madera tales como gaveras o moldes para la elaboración de adobes, no reconocidos oficialmente hasta el momento, y que señala, dada la evidencia de este artefacto, que es posible que muchas otras herramientas permanezcan aún sin reconocer y continúen en el anonimato, lo cual se sustentará en los párrafos siguientes.

Profundizando en el tema de las gaveras, se ha demostrado en una publicación anterior (Torres 2018) que existen partes de moldes de adobes en los museos peruanos, que, debido a una falta de identificación adecuada del elemento, han sido asignados erróneamente con el nombre de *no determinado*. En consecuencia, toda la información cultural que este objeto puede brindar queda reducida al anónimo. Casos como este reflejan una problemática recurrente: la falta de identificación precisa de ciertos objetos que podrían haber sido utilizados como herramientas de construcción. Es fundamental ampliar la búsqueda y el registro de estos elementos, puesto que, al igual que lo ocurrido con las gaveras, es probable que existan piezas que, debido a una etiquetación inexacta, contribuyan a reforzar la idea errónea de que en el antiguo Perú no existían herramientas especializadas empleadas en las labores de construcción. Esta percepción ha llevado, por ejemplo, a suponer que el trabajo de la madera era rudimentario y técnicamente limitado. Sin embargo, esta hipótesis deberá ser reconsiderada a medida que se identifiquen y analicen herramientas vinculadas a la carpintería, las cuales serán presentadas en el desarrollo de esta investigación.

Metodología

Para abordar la problemática planteada, se diseñó una estrategia que considera un acercamiento integral al objeto de estudio. El punto de partida fue el propio elemento construido, la arquitectura, atendiendo a las señales que este ofrece: forma, textura, dimensión, marcas, improntas en los muros y otros indicios materiales que permitan obtener información directa sobre los procesos constructivos.

En una segunda línea, el análisis lexicográfico proporcionó datos valiosos acerca de materiales, oficios y técnicas, lo cual constituye una fuente fundamental para reconstruir los valores inmateriales asociados a la práctica constructiva en el antiguo Perú. Esta aproximación no solo enriquece la comprensión de la terminología empleada, sino que también posibilita establecer vínculos entre el lenguaje y los modos de producción de las sociedades prehispánicas.

La etnografía constituye otra fuente de gran relevancia. Los testimonios de los constructores de Pacopampa representan un ejemplo de técnicas que aún sobreviven en los Andes y que pueden ofrecer información para comprender los procesos constructivos del pasado. Esta experiencia contemporánea, particularmente evidencia cómo, con un reducido número de herramientas, sencillas pero eficaces, habría sido posible levantar obras monumentales en tierra, sin que la falta de algunos recursos tecnológicos complejos haya limitado su labor.

De manera complementaria, se revisaron investigaciones previas sobre herramientas antiguas empleadas en contextos culturales diversos. El contraste con registros de Europa y África permitió reconocer similitudes técnicas y reforzar la hipótesis de una tradición constructiva compartida en distintos ámbitos geográficos.

Asimismo, la búsqueda bibliográfica permitió identificar qué instrumentos habrían sido utilizados con mayor probabilidad. Entre las fuentes más significativas destacan las publicaciones de Jean Pierre Protzen sobre las construcciones incas en Ollantaytambo (Protzen 2014), las anotaciones de Pablo Chalón (Chalon 1882) y las contribuciones de Santiago Agurto (Agurto 1984), que ofrecen perspectivas complementarias para enriquecer el estudio.

La convergencia de todas estas fuentes posibilitó conformar un conjunto de información que sirvió de base para establecer un inicial repertorio de herramientas antiguas. A partir de ello se consultaron la base de datos del Ministerio de Cultura del Perú y el Catálogo de bienes muebles de dicha institución, lo cual permitió identificar un conjunto de instrumentos: algunos confirmados como parte de la tradición constructiva y otros considerados posibles, dada la falta de registros suficientes que respalden su existencia de manera definitiva. Este procedimiento metodológico, aunque sujeto a ciertas limitaciones, constituye un aporte sustancial para delinear con mayor claridad la naturaleza, forma y funciones de las herramientas empleadas en la construcción precolombina en tierra del Perú antiguo.

Figura 1.

Figura 2.

Antecedentes: el caso de las gaveras

Un caso importante para destacar lo constituye la identificación de gaveras, adoberas, moldes entre otras denominaciones que recibe esta antigua herramienta empleada en la fabricación de adobes.

Los moldes empleados para fabricar adobes del antiguo Perú son prácticamente desconocidos en la historia de la arquitectura de los Andes, hasta la fecha no existían registros acerca de este instrumento, que muestra como habrían sido las adoberas, desestimando por ejemplo las apreciaciones hechas por la mayor parte de los investigadores acerca de que la falta de la especialización y trabajo con madera habría causado la falta de moldes (Protzen 2014), lo cual con los testimonios encontrados se demostrará que es necesaria una revisión de estas afirmaciones.

Tal como se conoce, los primeros adobes fueron construidos sin molde y fueron de formas diversas. Desde los planos convexos, los formados en forma cónica hasta llegar a los cuadrangulares, este desarrollo ha sido bien desarrollado y documentado

Figura 3.

(Campana 2000). Los primeros moldes, fueron hechos de cañas, probablemente amarrados en grupos formando las cuatro caras del paralelepípedo que habría servido de molde, lamentablemente no se ha encontrado restos de estas herramientas, debido probablemente a su naturaleza orgánica y vulnerable a la humedad y los insectos, lo cual habría imposibilitado su preservación. No obstante, se ha podido identificar gracias a las marcas que se conservan en los adobes donde se aprecian claramente las improntas de las cañas sobre el mortero fresco.

Los adobes paralelepípedos realizados en moldes de madera se dieron hacia el Horizonte Medio (cronológicamente en el inicio de la era cristiana) y comenzando el intermedio tardío[2] (1000 D.C.). Poco se conocía de las gaveras de madera aserrada, con caras planas. La supuesta falta de herramientas para aserrar

Figura 4.

Palabra quechua	Significado
Guasca,o guacora	soga, o cordel generalmente.
Llacllana	escoplo, o açuela, o cepillo.
Tacaycona	martillo,
Tupana	plana de aluañir.
Tupana	lima, para limar.
Huypa.	plomada de Albañi.
Huypachina.	Plomada para ajustar.
Huypu. [L. ante A.]	piedra puesta en vn palo{,} para quebrantar terrones. [L. ante A.]
Lampa.	Açada de Indios (Chin.)
Llacllana.	açuela.
Lloque.	mimbre{,} o palo muy duro{,} llamado assi
Llumchina.	plana de albañi.
Pacpana.	+ rastrillo.
Parpana.	pison.
Tacarpu.	estaca.
Tauna.	baculo{,} pilar{,} poste.
Ch'iqunakuna.	Instrumentos o herramientas de cantero.
<Huypaychi>.	Plomada de albañil.
Llaqllani.	Labrar de azuela.
Llunch'ina.	Plana de albañil.

la madera y la ausencia de testimonios orales, escritos o gráficos que permitan conocer la técnica de fabricación de adobes habría contribuido al desconocimiento de mayores detalles. Sin embargo, recientes hallazgos han permitido conocer cómo eran estas piezas de madera. Las gaveras encontradas, formadas por tablillas, agrupadas en dos pares de dimensiones similares presentan una perforación en cada uno de sus cuatro vértices. Una pieza, se encuentra en el museo de Pachacamac, es una tabla de madera de tosca manufactura, pero de caras lisas con una medida de 60 centímetros de largo y unos dos de espesor, algo cóncava en su cara plana debido a lo artesanal de su fabricación, presenta un fuerte alabeo y una fisura en uno de sus lados, posiblemente debido a un esfuerzo de flexión.

La presencia de parte de una gavera precolombina, sin que haya podido identificarse como tal, a pesar de lo evidente de su forma, material y el uso, posibilita una reflexión sobre la identificación de otras herramientas, menos conocidas, pero que pudieron usarse en las actividades de edificación, herramientas que actualmente probablemente permanecen ocultas por una falta de identificación. La presencia de la gavera además es un ejemplo del nivel de la carpintería en el Perú Antiguo, no solo por el corte de tablas, sino por la maestría de las perforaciones que habría permitido el amarrado de las cuatro caras de la gavera para no afectar los bordes de los adobes recién moldeados.

Los trabajos en madera en épocas precolombinas tuvieron un desarrollo importante, pues se podían fabricar objetos mediante diversas técnicas como tallado, perforado o cortado, que daban lugar a piezas escultóricas como máscaras e ídolos, pero también herramientas como las empleadas en la textilería o agricultura. Por tanto, no es posible descartar que el trabajo en madera haya logrado producir herramientas de este material para su uso en labores de construcción (Torres 2018).

Figura 5.

Figura 6.

Los registros de herramientas para construcción en épocas precolombinas son escasos, por el contrario, en el caso de la agricultura y textilería se conocen las herramientas empleadas, e incluso algunas herramientas modernas, con la forma similar a las precolombinas son empleadas actualmente. Los museos y almacenes de objetos precolombinos están llenos de estas herramientas agrícolas. No obstante, los artefactos de madera empleados en las construcciones no han sido registrados convenientemente.

Recientemente en comunicación personal el arqueólogo peruano Walter Tosso comunicó al autor la identificación de otras gaveras de similar forma, por lo que la fabricación, mantiene cierta recurrencia en su forma y detalles.

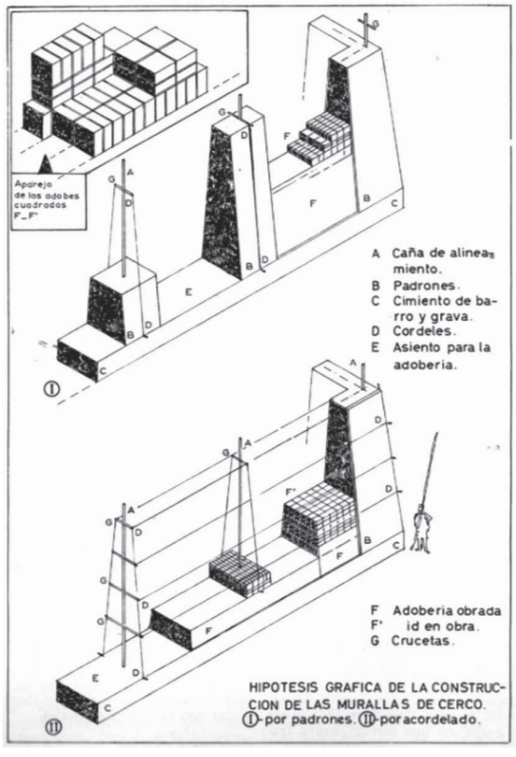


Figura 7.

Análisis a partir del léxico quechua

Al analizar los términos vinculados a un ámbito específico del conocimiento, como la construcción, es posible reconocer en ellos la forma en que los antiguos constructores nombraban a sus materiales, oficios y procedimientos, con ello se logra entender la importancia que cada uno de ellos tenía en la práctica cotidiana de estas sociedades. En este estudio se centra la atención en la utilización del repositorio Langas del instituto Inalco (l'Institut national des lan-

Figura 8.

gues et civilisations orientales), de París, el cual dispone de una base de datos que compila diccionarios y otras fuentes de conocimiento de la lengua quechua. Para este trabajo se emplearon tres de sus archivos, de los cuales se extrajeron términos quechuas vinculados con la construcción. De ellos se puede extraer el siguiente cuadro:

Herramientas registradas en los diccionarios quechuas. (CNRS 2024)

El análisis realizado a la lexicografía aplicada a la actividad de construcción ha proporcionado información acerca de serie de actividades y herramientas presentes en el vocabulario andino, términos como plomada, plana o llana (para enlucir), azada, azuela, martillo, pisón, etc. Son herramientas presentes en este vocabulario.

Esta conjunción de herramientas y actividades señalan un nutrido universo de posibilidades de trabajos asociados a la carpintería que se considerarán para su identificación, siendo las fuentes que proveerán las probables herramientas los registros que tiene el ministerio de cultura del Perú. En ese sentido, se ha encontrado una herramienta que bien puede ser una azuela, una pieza de madera en forma V y una pieza metálica que habría servido para las tareas de desbastado de la madera. De otra parte, la presencia de cinceles está ampliamente documentada en los depósitos del ministerio, existen de varias dimensiones y perfectamente hubieran servido para el corte de las piezas de madera. Los martillos, debieron ser de piedra o metal, de ellos no se tienen noticias.

Información a partir de elemento construido

La abundancia de información que provee el elemento construido debió considerarse para identificar el uso de posibles herramientas. El aspecto exterior de la arquitectura, es decir las dimensiones, las texturas, las proporciones, las fases de construcción, el detalle del estudio del mortero, entre otros factores que particularmente pueden aparecer, son datos de información que se consideraron para ir dando forma a la propuesta de las herramientas que se habrían empleado.

Para una mejor organización de esta información se consideró un agrupamiento de acuerdo a algunas tareas básicas en la edificación:

a) Medidas y alineamiento
b) Producción de la mezcla y traslado
c) Colocación del barro
d) Acabados de la superficie

Se han dejado de lado otros tópicos posibles como los andamios o estructuras temporales de apoyo durante el periodo de construcción, porque en ese caso los rastros son aún más difíciles de identificar y porque el autor considera que la construcción de los grandes muros monumentales fue edificada desde la parte superior, con el operario subido sobre el muro, disminuyéndose la posibilidad de emplear prioritariamente estructuras de apoyo externas.

Medidas y alineamiento

Línea. – Para alinear se debió requerir de *cordeles* o en su defecto medios de alineación que permitieran ordenar dos puntos distantes, pudiendo ser varas verticales y empleando la vista del operador.

Área. – Para las medidas de área, es decir los paramentos, se debió emplear objetos similares a una plomada de albañil que permita hacer vertical una cara. Esta tarea se vuelve compleja si es necesario hacer caras inclinadas, para lo cual probablemente debió tener una guía vertical que permita llevar la medida de inclinación de la superficie que era trabajada.

Volumen. – Para controlar el volumen de un elemento, recurriendo a las tradiciones etnográficas todavía presentes en Pacopampa, se ha planteado que se pudo emplear un escantillón o vara corta que permitiera controlar el ancho del muro.

Producción de la mezcla y traslado

Para la producción de la mezcla del mortero empleado en la construcción se pudieron emplear cestas o mantas que permitiesen a los obreros el traslado, esta hipótesis se apoya en un bloque de barro encontrado al interior de la estructura de un muro donde se apreciaban las marcas intactas del artefac-

to que debió emplearse para el transporte (Proyecto Huaca Bellavista 2018). Debido a la fragilidad de los materiales de cestería y a sus múltiples usos, es muy probable que no se disponga de restos de estos implementos, sin embargo, este hallazgo puede complementarse con otros que puedan hallarse en contextos similares.

Acabados de la superficie

Los acabados en la superficie de los muros, según la información recopilada de los propios monumentos estudiados, presentaron un proceso de finalizado que consistía en la aplicación de una capa de mortero de tierra, con una consistencia y compactación distinta a la del propio muro. Probablemente se aplicaba de manera similar a como se realiza actualmente, es decir, una capa de mortero fino sobre la superficie, la cual era previamente alisada mediante herramientas de corte que perfilaban la superficie para darle la forma plana e inclinada. Es posible que la superficie resultante quedara muy irregular y porosa, razón por la cual se añadía una capa de protección aplicada manualmente y de forma ordenada, a fin de mantener un espesor constante sin alterar en exceso la estructura.

Esta aplicación manual quedó registrada en las improntas de los dedos visibles en la superficie, lo que permite inferir que solo la mano fue necesaria en este último, pero importante, paso. Además, por las marcas observadas es posible comprender el nivel de agua de la mezcla de mortero, que en este caso se encontraba en estado plástico.

Entre las herramientas precolombinas que pudieron emplearse para el perfilado de los paramentos, se encuentran pequeñas palas o varas con un extremo plano. Estas herramientas permitían al operador trabajar desde la parte superior del muro, sin necesidad de andamios. Sin embargo, es probable que en las etapas finales de construcción y acabado de los muros se utilizara algún tipo de encofrado. Estas estructuras habrían sido ligeras debido al bajo peso de los materiales empleados, lo que facilitaba su manejo y aplicación en las labores de finalización.

Experiencias únicas como la desarrollada en la Aldea de Tulor en los años 80 (Barón 1986), y que permitieron reconstruir los muros de las aldeas empleando las técnicas precolombinas, demostraron que para la construcción de los muros conformados directamente fue necesario un conocimiento diligente de la materia tierra, en concordancia con el clima, escogiendo adecuadamente el tiempo de la construcción para evitar un acelerado fraguado del material que promueva la aparición de grietas y un trabajo casi íntegramente manual de los muros. Experiencias similares son necesarias para comprender detalles de la construcción de los muros peruanos.

Aportes etnográficos: los constructores de Pacopampa

Las herramientas empleadas por los constructores incluyen plomadas y niveles, elementos indispensables para asegurar la dirección de los muros y la correcta disposición de las capas de mortero de tierra. El trabajo es completamente manual, en el caso de la conformación de las hiladas, donde se emplea un escantillón o elemento de madera que guía al operario en mantener un ancho continuo de la hilada. Los paramentos se alisan mediante el uso de herramientas similares a una azada manual. Se aplica la capa de revoque, alisando con las manos evitando el uso de herramientas como frotachos, que podrían provocar fracturas en la superficie. El enlucido del muro se ejecuta con un mortero fluido al que se le añade paja cortada. A menudo se añade también estiércol de animales.

Búsqueda en la base de datos del Ministerio de Cultura del Perú

La página web del ministerio de cultura ofrece un buscador de colecciones alojado en la siguiente dirección electrónica: https://gestiondecolecciones.cultura.gob.pe/catalogo. Con la información previamente recolectada, y a partir de los criterios y aportes que se han estudiado en la presente investigación, se procedió a identificar en los archivos, aquellas herramientas que tanto las fuentes lexicográficas mencionaban, apoyadas por los trabajos de campo y los aportes de los constructores actuales. Todos estos factores, contribuyeron a conformar un volumen de información que sin el registro de las herramientas probablemente se vería incompleto. La búsqueda sin duda fue exitosa, entre las herramientas, se encontraron, plomadas de albañil, palas, cinceles, paleta, una

Figura 9.

especie de martillo, lo que parece ser el mango de una llana, entre otras herramientas, que en todos los casos no tiene una descripción de la herramienta y la falta de medidas que permitiese configurar una idea de la dimensión de estos artefactos. Estos hallazgos, enriquecen el conocimiento sobre la tecnología constructiva y lo complementan significativamente. Las herramientas encontradas fueron:

- Plomada
- Pala
- Paleta
- Martillo
- Llana
- Hacha
- Herramienta de uso posible para trazar líneas

Figura 10.

Figura 11.

Figura 12.

Figura 13.

Figura 14.

Comentarios acerca de las herramientas

La identificación de las herramientas empleadas en las actividades de construcción ha requerido de un proceso de trabajo que integra el vocabulario, las tradiciones vernáculas, el estudio de las mismas estructuras y los registros arqueológicos. Este conjunto de fuentes informativas ha hecho posible reconocer algunas herramientas, cuyo registro no indicaba que pertenecían a actividades de construcción, gracias a la información conservada en los registros del Estado peruano a través de un portal que ha organizado las colecciones de artefactos de varios museos.

No obstante, es importante tener claro, que este trabajo no concluye necesariamente. Por el contrario, debe continuarse profundizando en el estudio de las herramientas precolombinas a través de diversos análisis, para determinar varios aspectos en los cuales el presente trabajo no ha tenido alcance.

Entre ellos, el análisis de los materiales empleados y sus procesos de transformación para convertirlos en herramientas, las técnicas de elaboración de las mismas que, sin duda, requirieron a su vez de otros instrumentos para su fabricación, los oficios que intervinieron en la fabricación, y las formas de cómo se usaban correctamente estos artefactos, entre otros aspectos relevantes.

Una tarea igualmente significativa será identificar los tipos de madera utilizados en las herramientas de origen orgánico, tal como aparecen en los registros oficiales; así como las técnicas de fundición en las herramientas metálicas y los sistemas de elaboración, tallado o corte en las herramientas de madera.

Sería recomendable que las herramientas identificadas sean replicadas y utilizadas en proyectos de arqueología experimental. Además, resultaría fundamental, analizar aspectos como su composición, formas de uso, durabilidad, ergonomía, etc. A fin de profundizar en el estudio de las actividades constructivas.

En consecuencia, aún queda un amplio camino por recorrer en el estudio de los constructores de los Andes y sus herramientas, cuya identificación y estudio permitirá valorar y complementar la información acerca del desarrollo alcanzado.

Notas

1. AMOJONADORES DESTE REINO, VNA CAVCHO INGA, CONA RAQVI INGA. En: Guamán Poma, Nueva crónica y buen gobierno (1615) pág. 354.
2. En el caso de los adobes con improntas de cañas se puede intuir hasta las dimensiones de las cañas y como se pudieron armar los atados que servirían para hacer el molde, gracias a tener las improntas como una especie de imagen "negativa" del adobe podría reconstruirse fácilmente el aspecto de la gavera tal como lo han hecho algunos investigadores.

Lista de referencias

Agurto, Santiago. 1984. *Lima Prehispánica*. Lima : Municipalidad de Lima Metropolitana.

Barón, Ana María. 1986. Conservación, restauración y arqueología experimental. *Chungará* 16-17: 279–287.

Campana, Cristóbal. 2000. *Tecnologías constructivas de tierra en la costa norte prehispánica*. Trujillo: Instituto Nacional de Cultura - La Libertad.

Chalon, Pablo F. 1882. *El arte de construir de los antiguos peruanos*. Lima: J. Galland y E. Henriod.

CNRS 2024. *Corpus diacrónico del quechua en línea*. www.langas.cnrs.fr.

Harth-Terre, Emilio. 1965. Nueva aurora de la Ciudad de Chan Chan. *El Arquitecto Peruano*: 33–40.

Luis Jaime Castillo, José Canziani y Paulo Dam. 2011. *Modelando el mundo. Imágenes de la arquitectura precolombina*. Lima: Pardo, Cecilia, Museo de Arte de Lima.

Protzen, Jean-Pierre. 2014. *Arquitectura y construcción inkas en Ollantaytambo*. Lima: PUCP.

Proyecto Huaca Bellavista. 2018. *Informe Final-PIP Recuperación de la Huaca Bellavista*. Lima: Ministerio de Cultura.

Rostworowski, María. 1988. *Historia del Tahuantinsuyu*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

Rucabado, Julio. 2024. Entrevista. Comunicación personal. 14 de agosto de 2024.

Torres, Henry. 2018. Reflexiones acerca de la arquitectura precolombina en el Perú. *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas "Mario J. Buschiazzo"*: 157–170.

Walker, Charles. 1880. *Colonialismo en ruinas*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

Wiener, Charles. 1880. *Pérou et Bolivie*. Paris: Librairie Hachette et Cie.

Sistemas constructivos de cubiertas en templos virreinales de Yucatán y Michoacán, México. Análisis comparado

Luis Alberto Torres Garibay

Esta investigación compara los sistemas constructivos de diversas cubiertas en templos virreinales de Yucatán y Michoacán, México. El análisis se centra en las soluciones constructivas y el uso de la estereotomía de madera empleada en ambas regiones para cubrir las naves de los templos construidos entre los siglos XVI y XVIII. Se examinan las soluciones logradas a partir de los recursos materiales disponibles en cada zona durante el periodo virreinal, así como los alcances estructurales que dichos materiales ofrecían.

La investigación se basa en observaciones directas realizadas en edificaciones clave de Yucatán (Mérida, Izamal, Kimbilá y Hoctúm) y de Michoacán (Huiramangaro, Purenchécuaro, Arócutín, Erongarícuaro y Santa Fe). Estos escrutinios se complementaron con la revisión de fuentes documentales fundamentales, como el *Catálogo de construcciones religiosas del estado de Yucatán* de Justino Fernández, el *Catálogo de Monumentos y sitios de la región lacustre* de Esperanza Ramírez y *Arquitectura del siglo XVI* de George Kübler. El uso de registros fotográficos y dibujos fue crucial para identificar las particularidades de cada caso en términos de estereotomía, capacidad estructural y espacialidad.

Los resultados demuestran la solvencia de ajuste al clima local, el uso acertado de los recursos y la eficiencia del diseño para atender las solicitaciones estructurales. Se confirma una trilogía que combina la adaptación al medio, el uso adecuado de materiales y la aplicación de sistemas constructivos eficientes, lo que garantiza la eficaz estabilidad de las edificaciones. Esto destaca la importancia del conocimiento de los artesanos locales en estas aplicaciones constructivas.

Desarrollo arquitectónico en México

En México, mucho antes de la instauración de la cultura hispánica, ya existía un amplio desarrollo en tecnología arquitectónica. Distintos grupos culturales, asentados en diversas regiones del territorio, desarrollaron técnicas adecuadas para erigir obras monumentales y espacios destinados a la vivienda.

En el siglo XVI, la llegada de la cultura europea provocó un proceso de mestizaje cultural que impactó significativamente en la tecnología de edificación. Este intercambio y conocimiento compartido propició nuevas formas de ocupar los espacios e innovadoras soluciones constructivas.

Esta nueva tecnología, enriquecida con aportaciones locales y saberes provenientes de otro continente, impulsó la realización de obras monumentales destinadas a la arquitectura religiosa, así como la creación y evolución de poblados y ciudades. En estos nuevos asentamientos, la cultura de la construcción fue, gradualmente, determinando fisonomía, espacialidad y expresividad propias. (Figuras 1 y 2)

Luis Alberto Torres Garibay – Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Figura 1. Conjunto religioso de Izamal, Yucatán (Fotografía: Luis Torres G. 2014)

En el proceso de adaptación y aprendizaje, la arquitectura virreinal tuvo, entre sus primeros resultados importantes, la creación de monumentales edificios destinados a la evangelización. Estas obras, construidas durante el siglo XVI y los primeros años del siglo siguiente, tuvieron un gran impacto social y religioso en el país, implantando en todo el territorio de la Nueva España una tipología arraigada a estas dos raíces culturales.

En los siglos que siguieron, los avances provenientes de nuevos pensamientos sociales y crecimientos económicos propiciaron adelantos técnicos y nuevas ideas que fueron desarrolladas. Este universo cultural, observado desde la perspectiva de la tecnología para la construcción, es muy extenso; por lo que, en esta reflexión, se hace especial énfasis en los procesos constructivos de esta primera etapa virreinal, tomando ejemplos de Yucatán y Michoacán. El objetivo es explicar, desde la perspectiva de la tecnología utilizada para la elaboración de estas edificaciones, la importancia que tuvo en su momento la cultura local como un factor clave para resolver la arquitectura.

Figura 2. Conjunto religioso de Erongarícuaro, Michoacán (Fotografía: Luis Torres G. 2013)

Con esta visión, los estudios comparados permiten establecer, con mayor precisión, aquellos aspectos específicos que confieren a las obras características propias, lo que permite develar conocimientos inherentes a las sociedades que las han ideado y construido. Aspectos como la apropiación, transformación y uso de materiales; la adaptación de los sistemas de construcción a las necesidades de adaptación al clima; la geometría y recursos estructurales interpretados y resueltos en armonía con las posibilidades de los insumos disponibles, etcétera, son algunos de los aspectos que se exploran. En este sentido, los ejemplos de Yucatán y Michoacán arrojan diferencias que reafirman los conocimientos de adaptabilidad en el campo de la tecnología virreinal.

Medio natural, necesidad espacial y aporte local

Es posible percibir en las obras de la arquitectura religiosa novohispana una estrecha relación entre el medio natural, la constructibilidad y la espacialidad. El medio natural se entiende como el contenedor de las obras construidas y de los recursos materiales disponibles para la edificación. La constructibilidad se refiere a las aptitudes y habilidades de los constructores locales y extranjeros para resolver con los recursos materiales disponibles las diversas soluciones constructivas y los diferentes espacios de las edificaciones. Y la espacialidad es el resultado lógico de esa acertada combinación de los recursos materiales disponibles con las diversas soluciones constructivas, cuyo factor principal lo constituyó la habilidad para comprender la interrelación: material, estructura, espacio y expresividad.

Ante la necesidad de satisfacer los requerimientos espaciales, se generaron aportaciones de conocimientos en el campo de la tecnología para la construcción de la arquitectura religiosa virreinal. Estas aportaciones surgieron de las experiencias locales y de los conocimientos específicos en las tareas de edificar, ligados a las habilidades de los artesanos indígenas, quienes finalmente fueron los que realizaron físicamente la manufactura de los edificios. Fue indudable

la gran capacidad de organización y de realización en los distintos grupos indígenas en el campo de la edificación (Chanfón 1994, 22). Como prueba de ello, se construyeron 300 conventos en el territorio mexicano en solo 60 años. En Michoacán, hacia 1560, el número de fundaciones franciscanas había alcanzado la asombrosa cifra de ochenta establecimientos (Kubler 1982, 60). La realización de los nuevos espacios, requeridos para solventar las nuevas necesidades espaciales, fue una importante labor de dirección, diseño y construcción llevada a cabo por los frailes para lograr su cometido de evangelización y por los constructores locales, quienes adaptaron sus experiencias a los nuevos requerimientos de espacialidad y construcción de los edificios (Kubler 1982, 34).

La utilidad conferida a los materiales y los criterios y soluciones aplicadas para conseguir nuevas formas y espacios, develan una fuerte fusión de ideas que culminaron con resultados enriquecidos por los conocimientos de ambas culturas. Los recursos existentes en las diversas localidades del país, así como las experiencias que se tenían en lo relativo a la organización del trabajo, el dominio de diferentes herramientas y un arraigo muy fuerte al trabajo en grupo, fueron elementos locales que participaron en las tareas edificatorias y que, a la vez, aceptaron y recibieron las nuevas soluciones traídas del otro continente. Con esto, se generaron nuevos resultados en la arquitectura. El español utilizó la forma usada en la Vieja España, la adaptó a los métodos indígenas, obteniendo formas novedosas para apropiarse de la fuerza de trabajo y la manera de repartirla (Icaza 1997, 240).

La tecnología para la edificación se vio favorecida entonces con la participación de ambos influjos:

1. El ingrediente colocado por los artesanos locales, constituido por un fuerte arraigo a la vida en comunidad, a las actividades en espacios abiertos y al trabajo en diversas faenas con manualidades especializadas. De hecho, la sólida estructura indígena –con su apoyo tradicional gratuito, voluntario y no especializado, al servicio de la comunidad– permaneció vigente. Esta —debemos reconocerlo— fue la responsable del éxito y la que soportó la carga de todo el programa de construcciones del siglo XVI (Chanfón 2001, 139).
2. El modelo venido de otras latitudes, con diferentes ideas de espacialidad, acostumbrado a los recintos reducidos, cubiertos y optimizados al máximo.

Ambos influjos son producto de circunstancias atribuibles al medio físico geográfico y climático de cada región, así como a las condiciones relacionadas con los aspectos de carácter social propios de cada cultura.

En los diferentes territorios de la Nueva España, cada cultura supo adaptarse a las nuevas formas espaciales y constructivas, sobre todo en lo relativo a la arquitectura religiosa. Las regiones de Yucatán y Michoacán son ejemplo de esta adaptación que en cada caso ofrece importantes aportaciones al conocimiento de la tecnología virreinal novohispana.

La arquitectura religiosa marcó de forma indiscutible un hito en el devenir histórico y tecnológico del país. En los primeros años –durante el siglo XVI y parte del XVII– se produjo una fuerte adaptación y desarrollo de las nuevas ideas en la arquitectura. En los siguientes años –el resto del siglo XVII y el siglo XVIII– se generó un proceso de consolidación y estabilización de la vida virreinal en lo relativo a las obras de la arquitectura religiosa. Los casos de Yucatán y Michoacán no se sustrajeron a estos procesos de integración cultural.

Los ejemplos de Yucatán y Michoacán: Arquitectura religiosa virreinal

Los ejemplos de la arquitectura religiosa virreinal de Yucatán y Michoacán son producto de la actividad religiosa de estas dos regiones y una muestra indiscutible de su adaptación al medio geográfico y natural. Estas obras destacan por las acertadas soluciones en el ámbito de la tecnología utilizada, relativas a la constructibilidad, expresividad y espacialidad.

En las obras realizadas, es posible detectar orígenes fundados en construcciones simples, las cuales evolucionaron según los requerimientos estructurales y constructivos necesarios para edificar los grandes templos. Para solventar las funciones de carácter religioso, la organización del trabajo, el uso de diferentes materiales, los procesos de extracción, las herramientas empleadas, el diseño y la estereotomía desarrolladas tuvieron una significativa participación desde las perspectivas locales. (Figuras 2 y 3)

Figura 3. Técnica tradicional en Michoacán. para elaboración de vigas de soporte de las cubiertas en los templos (Fotografía: Luis Torres. 1999)

El extenso campo de la tecnología de la construcción abarca aspectos muy diversos. Entre ellos, el desarrollo de la arquitectura religiosa exigió una mayor complejidad en el dominio de los materiales y procesos. A diferencia de la vivienda rural, que prioriza la máxima funcionalidad, simplificación y economía, la evolución del género religioso se asocia con el perfeccionamiento de los procedimientos y una mayor complejidad funcional (Chanfón 2001, 203).

Dentro de esta arquitectura religiosa, Yucatán ejemplifica una notable adaptación de las soluciones constructivas a su medio físico geográfico. Las necesidades de habitabilidad obligaron a concebir las formas más sencillas y eficientes para lograr el confort y acondicionamiento de los recintos, empleando de manera coherente los materiales disponibles. La piedra local, abundante en la península, fue el material básico para cimientos, muros y cerramientos curvos.

Figura 4. Técnica tradicional en Yucatán. Uso de morillos de soporte entre arcos fajones (Fotografía: Luis Torres G. 2014)

Los recursos maderables disponibles se utilizaron hábilmente para los sistemas de cubiertas (SHCP 1945, 240-241).

En contraste, las expresiones arquitectónicas de Michoacán alcanzaron un alto desarrollo facilitado por la riqueza de sus recursos. La abundancia de bosques, la tierra rica en arcilla y la existencia de piedra de recinto permitieron una arquitectura basada en cimientos de piedra, muros de adobe y cubiertas de madera. Estos fueron los materiales comunes a la mayoría de las edificaciones de la región (De Alcalá 1980, 46).

En Yucatán y Michoacán, la solución estructural de las edificaciones se basó en el uso inteligente de los materiales disponibles. Este enfoque generó diseños arquitectónicos cuyas concepciones constructivas y espaciales eran congruentes con el comportamiento mecánico de dichos materiales.

Esto contribuyó a la creación de sistemas constructivos diversos, que reflejan la organización y sabiduría empírica de sus constructores. Para resolver la arquitectura, precisaron de la observación de la naturaleza y su apropiación ordenada, dando origen a una tradición arquitectónica que es identidad cultural de cada región.

Es evidente en las arquitecturas de Yucatán y Michoacán la relación intrínseca y coherente entre:

- Material y sistema constructivo.
- Comportamiento estructural y mano de obra.
- Forma, espacio y expresión.
- Función y utilidad.

Similitudes y diferencias

La arquitectura religiosa virreinal de Yucatán y Michoacán evidencia una auténtica adaptación al medio físico-geográfico de cada región. En ambos sitios, los sistemas constructivos son similares en la lógica de implementación de técnicas y materiales para resolver la arquitectura. Sin embargo, contienen diferencias sustantivas en su concepción estructural.

Estas diferencias estructurales surgen del aprovechamiento de los recursos materiales disponibles y las posibilidades de su manipulación (trabajo). Como resultado, la expresividad de los edificios adquirió particularidades significativas. Estas variaciones se originaron por las distintas soluciones otorgadas a los diversos componentes constructivos y estructurales. Consecuentemente, se generaron resultados espaciales diferentes tanto en las naves de los templos y capillas como en los espacios complementarios, donde las formas se resolvieron intrínsecamente ligadas a dichas soluciones constructivas.

Contextos Geográficos, Materiales y ejemplos arquitectónicos analizados

Los casos analizados corresponden a dos regiones con condiciones geográficas radicalmente diferentes en términos de clima, topografía y recursos materiales:

- En Yucatán: La geografía tiende a ser plana y poco accidentada, el clima es cálido, y los recursos materiales se configuran principalmente por la piedra y productos vegetales de talla menor (Román 2005, 83 y 94).
- En Michoacán: La topografía es accidentada, el clima es templado, y los recursos materiales se conforman fundamentalmente por la piedra, la arcilla y árboles de gran talla, lo que propició una vasta producción de recursos maderables.

Los ejemplos analizados en Yucatán se concentran en varios municipios e incluyen:

- Mérida: Parroquia de San Cristóbal, Ermita de Santa Isabel, Parroquia de Santiago, Catedral, Templo de Santa Lucía, Templo de la Tercera Orden y Templo de las Monjas.
- Izamal: Parroquia de San Antonio de Padua, Templo del Santo Cristo en Citilcum y Templo de Santa Clara en Kimbilá.
- Hoctum: Parroquia de San Lorenzo.
- Yaxcabá: Parroquia y Exconvento de San Pedro y Templo de San Antonio en Tahdzibuchén.
- Sotuta: La Concepción en Tabí y la Candelaria en Tibolón.

Los ejemplos revisados en Michoacán se concentran en la parte central del estado e incluyen:

- Pátzcuaro: Templo de Santa María en Huiramangaro.
- Erongarícuaro: Exconvento de Santa María de la Asunción y Templo de Santa María de la Natividad en Arócutin.
- Quiroga: Templo de San Jerónimo en Purenchécuaro y Templo de San Nicolás de Bari en Santa Fe.

En Yucatán, los resultados arquitectónicos están ligados principalmente a la construcción de cimientos, muros, pilares, columnas y cerramientos elaborados con piedra caliza propia de la localidad (Román 2005, 84). Estos elementos muestran diversas formas de aparejo y presentación. Las cubiertas se resolvieron de dos maneras principales: en algunos casos, con bóvedas de piedra, y en muchos otros, con vertientes elaboradas a base de morillos o vigas de madera.

Los ejemplos analizados presentan diferencias estructurales significativas. Las plantas arquitectónicas de estas edificaciones adoptaron configuraciones espaciales y distributivas distintas, modeladas por las exigencias constructivas y estructurales particulares de cada región.

Sistema estructural en Yucatán

En Yucatán, los recintos de las naves se proyectaron a partir de una distribución de arcos fajones. Estos arcos son los elementos primarios que soportan las cubiertas de morillos y bovedillas, generan superficies curvas o vertientes inclinadas con geometría abovedada. Esta solución permitió cubrir amplios espacios utilizando elementos de madera de corta lon-

Figura 5. Santa Clara, Kimbilá, Yucatán. Contrafuertes contrarresto de empujes de los arcos fajones. (Fotografía: Luis Torres G. 1999)

gitud, cuyos extremos se apoyan directamente sobre los arcos fajones.

Estos arcos, al configurar los ejes transversales, son los responsables de sustentar la cubierta. Consecuentemente, los muros longitudinales quedan liberados de cargas significativas. No obstante, para contrarrestar los empujes laterales generados por los arcos, fue necesaria la adición de estribos en los ejes correspondientes.

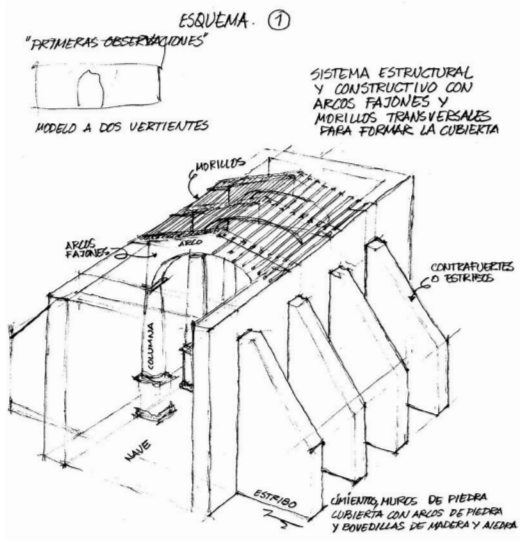


Figura 6. Santa Clara, Kimbilá, Yucatán. Dibujo de los arcos fajones con extradós de vertientes inclinadas para el apoyo de morillos. (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

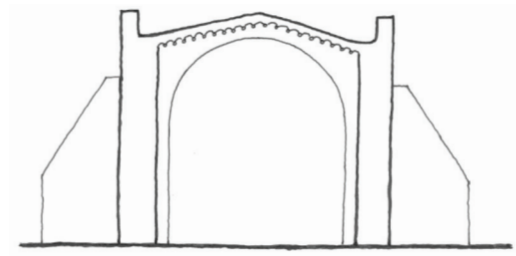


Figura 7. Santa Clara, Kimbilá, Yucatán. Corte transversal con extradós de vertientes inclinadas para el apoyo de morillos y bovedillas (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

La configuración espacial resultante en Yucatán difiere de la michoacana: la viguería de soporte se dispone longitudinalmente, es decir, paralela a los muros principales de la nave. Además del beneficio estructural, los arcos fajones aportan una notable riqueza visual al generar un juego de sombras y formas curvas (Figuras 5 y 6).

La necesidad estructural de instalar arcos fajones obliga a generar naves con pilastras transversales, pilares intermedios o una combinación de paramentos

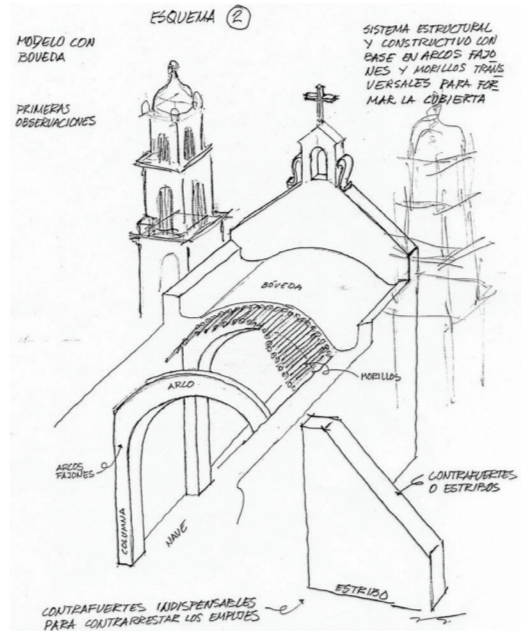


Figura 8. Modelo de una nave con arcos fajones de extradós circular para configurar un sistema de cubierta en forma de bóveda (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

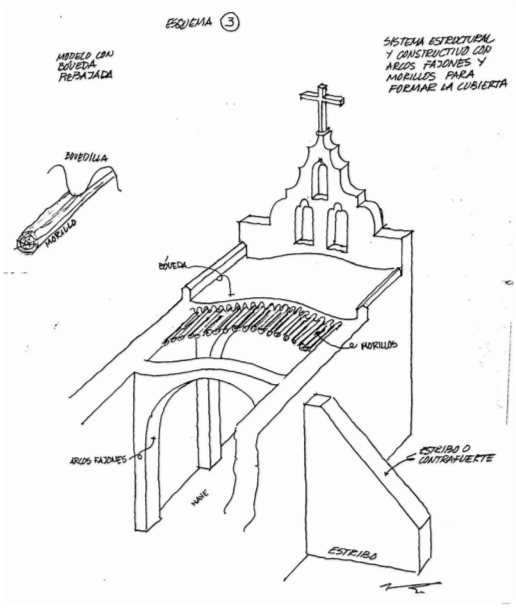


Figura 9. Modelo de una nave con arcos fajones de extradós ondulado (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

longitudinales y ménsulas (consolas) para sustentar dichos arcos.

En el caso de Santa Clara Kimbilá, Yucatán, se empleó el mismo sistema constructivo que utiliza arcos transversales, pero con una solución particular: el extradós se configuró para formar una cubierta de dos vertientes inclinadas (Figura 7). La concepción estructural de los recintos estuvo íntimamente ligada al resultado espacial (Figuras 8 y 9).

El caso de la Capilla de la Tercera Orden de San Antonio de Padua en Izamal aporta claro ejemplo de sus rasgos estructurales, la selección de materiales y los sistemas constructivos, que, aunque ejecutados con gran sencillez, evidencian un profundo dominio de la respuesta estructural de los materiales (Figuras 10 y 11).

Otros ejemplos del interior del estado de Yucatán, que emplean el mismo sistema constructivo, exhiben variantes formales y funcionales. En muchos casos, la geometría de los arcos fajones no solo permitía configurar la cubierta para la gestión del escurrimiento pluvial, sino que también cumplía una finalidad expresiva formal.

En ejemplos como San Lorenzo, Hoctún (Yucatán), la amplitud de la nave se salva mediante arcos

Figura 10. Camarín en San Antonio de Padua en Izamal, Yucatán. Los arcos fajones sustentan el sistema de morillos sobre zapatas. La cubierta es de dos vertientes de leve inclinación (Fotografía: Luis Torres G. 1999)

fajones, mientras que los espacios generados entre los estribos se configuran como capillas laterales, techadas con bóvedas de cañón.

Una variante estructural significativa en el sistema de cubiertas de los edificios religiosos de Yucatán consistió en el uso de gualdras o vigas madrinas (vigas de mayor sección) como soporte principal de los morillos. Esta viga madrina sustituye a los arcos fajones. Se apoya directamente sobre los muros longitudinales de la nave, utilizando zapatas para reducir el claro de apoyo. Estructuralmente, este diseño no

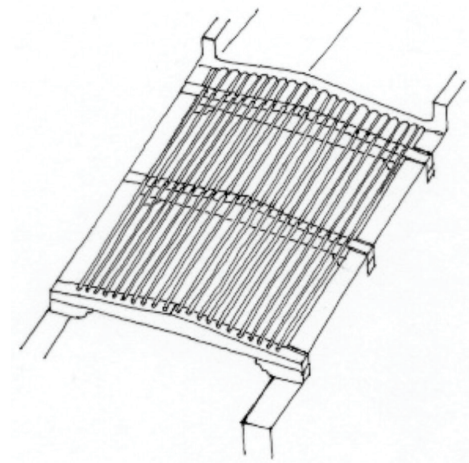


Figura 11. Ermita de Santa Isabel en Mérida, Yucatán. El soporte de rollizos a través de vigas madrinas (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

Figura 12. Ermita de Santa Isabel en Mérida, Yucatán (Fotografía: Luis Torres G. 1999)

requiere contrafuertes, dado que las cargas se transmiten verticalmente a través de los muros. La inclinación de las vertientes se consigue mediante un declive labrado en el patín superior de la gualdra o la adición de calzas de madera. Un ejemplo de esta técnica se observa en la Capilla de la Ermita de Santa Isabel, en Mérida (Figuras 11 y 12).

Sistema estructural en Michoacán

En contraste, en Michoacán se optó comúnmente por la colocación de la viguería de forma transversal a la nave, apoyando sus componentes sobre arrastres (o durmientes) dispuestos en los muros longitudinales. Esto dio lugar a naves con paramentos continuos que carecían de elementos estructurales importantes salientes en los muros, ya que el apoyo de la cubierta se concentra en los soportes longitudinales. El tratamiento del recinto es continuo y en la parte alta destacan las zapatas que apoyan las vigas para abatir el claro libre (Figuras 13 y 14).

En el exterior, la omisión de estribos permite que los paramentos queden libres, configurando paños

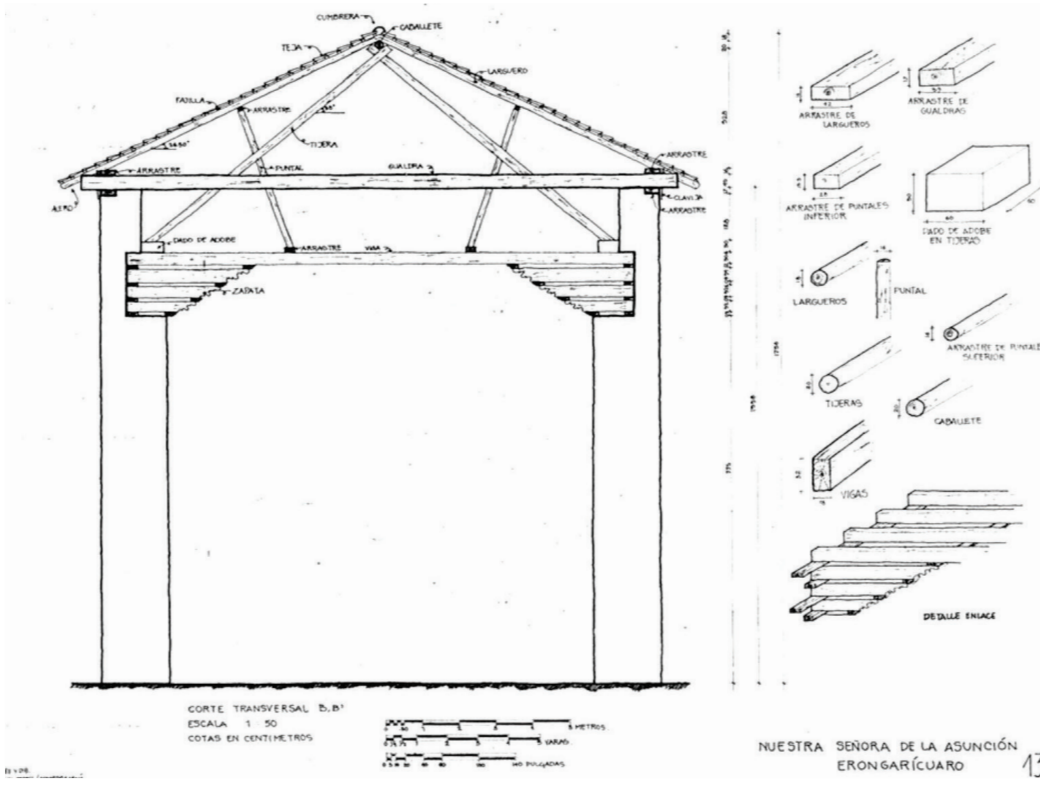


Figura 13. Templo de San Francisco, Erongarícuaro, Michoacán (Levantamiento: Luis Torres G. 1999)

Figura 14. Templo de Erongarícuaro, Michoacán, viguería sobre zapatas en saledizo (Fotografía: Luis Torres G. 2013)

continuos. Este sistema constructivo fue una solución adecuada para el espacio, considerando una luz interior de 11.55 metros.

La gran mayoría de las edificaciones religiosas en Michoacán fueron construidas con muros de adobe en las regiones de la cuenca lacustre de Pátzcuaro y la Cañada. En contraste, en la Sierra Purépecha se utilizó con mayor frecuencia la construcción de muros de piedra. Esta diferenciación se debió principalmente a la facilidad de obtención y procesado de estos materiales en cada zona.

Por otra parte, la iglesia de Santa María de la Natividad en Arócutin, Michoacán, presenta una variante arquitectónica singular: la nave se cubrió con una bóveda de madera que funciona como plafón independiente, apoyado directamente sobre los muros longitudinales (Figuras 15, 16 y 17).

Conclusiones

En la arquitectura religiosa virreinal de Yucatán y Michoacán se observan soluciones constructivas, expresivas y espaciales comunes. Estas convergencias responden a la adaptación y al aprovechamiento de los recursos específicos de sus respectivos entornos geográficos. Los constructores de la época basaron sus diseños en las posibilidades materiales y tecnológicas locales disponibles.

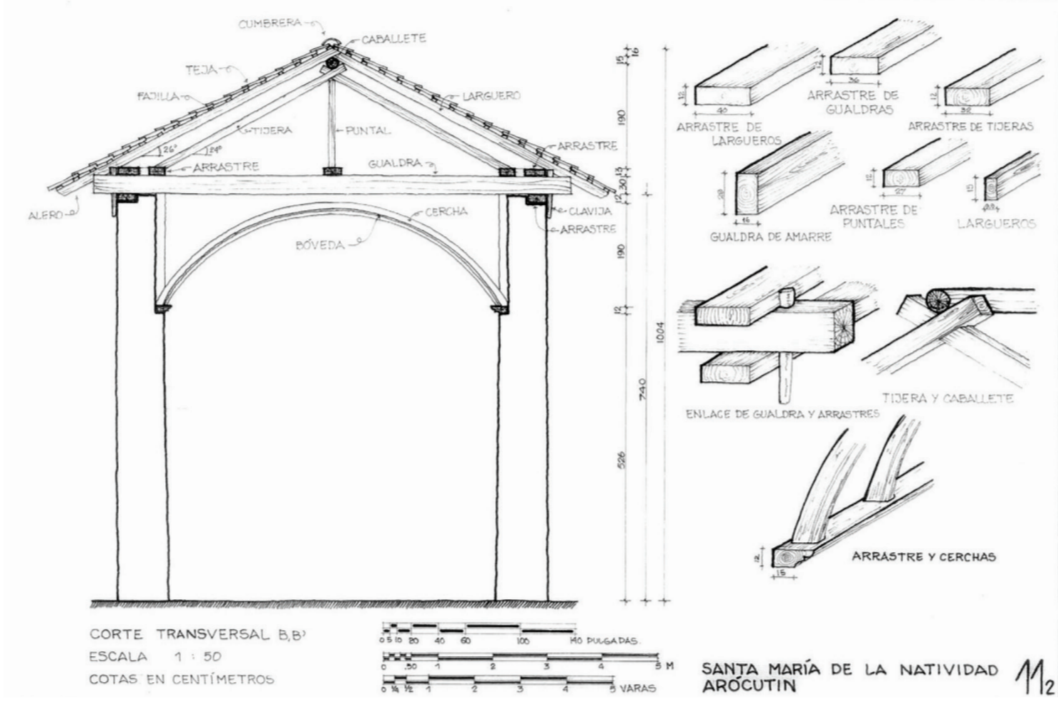


Figura 15. Templo de Arócutin, Michoacán (Dibujo: Luis Torres G. 1999)

Figura 16. Fachada frontal del templo de Arócutin, Michoacán (Fotografía: Luis Torres G. 1999)

Figura 17. Interior del templo de Arócutin, Michoacán (Fotografía: Luis Torres G. 1999)

A pesar de estas estrategias comunes, los resultados constructivos y estructurales difieren entre ambos territorios, precisamente en función de la disponibilidad de dichos recursos. Esto generó interpretaciones regionales distintas, que se tradujeron en diferencias espaciales significativas; los recintos adquirieron peculiaridades locales determinadas por las condiciones constructivas que los originaron. Asimismo, en el ámbito estructural, destacan los resultados basados en tecnologías sencillas pero eficientes.

La riqueza formal del diseño arquitectónico en estas dos regiones dependió, en gran medida, de la pericia de los artesanos para utilizar adecuadamente los materiales, sistemas constructivos y recursos estructurales.

El empleo de materiales y sistemas tradicionales en las soluciones arquitectónicas de ese momento ejemplifica una adaptación eficaz a los requerimientos espaciales, sin que la sencillez de dichos materiales representara un menoscabo para la calidad de la solución.

Por lo tanto, se concluye que las aportaciones arquitectónicas de Yucatán y Michoacán se originaron en la tecnología local y en el mestizaje cultural constructivo. Este proceso, gestado en los inicios de la etapa virreinal, continuó su desarrollo en los siglos posteriores.

Lista de referencias

Chanfón Olmos, Carlos. 1994. *Conventos coloniales de Morelos.* México: Porrúa.

Chanfón Olmos, Carlos (*Coordinador). 1997. Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos,* v. II, El periodo Virreinal t. I, El encuentro de Dos Universos Culturales. México: UNAM. FCE.

De Alcalá, Fray Jerónimo. 1980. *La Relación de Michoacán,* Versión paleográfica de Francisco Miranda. Morelia: Fimax Publicistas.

Icaza Lomelí, Leonardo. 1997. Algo sobre la Tecnología Virreinal. En *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos,* v. II, El periodo Virreinal t. I, El encuentro de Dos Universos Culturales. México: UNAM. FCE.

Kubler, George. 1982. *Arquitectura mexicana del siglo XVI.* México: Fondo de Cultura Económica.

Ramírez, Esperanza. 1990. *Catálogo de Monumentos y Sitios de la región lacustre. Vol I.* Morelia: UMSNH.

Roman Kalisch, Manuel. 2005. *El proceso constructivo de apoyos y cubiertas y sus transformaciones en la arquitectura religiosa virreinal de Yucatán.* Tesis de doctorado. México: UNAM.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Dirección General de Bienes Nacionales. 1945. *Catálogo de Construcciones Religiosas del Estado de Yucatán,* Recopilación de Justino Fernández, Vol. I y II. México: Talleres Gráficos de la Nación.

Torres Garibay, Luis. 1999. *Tecnología Constructiva en la Zona Lacustre de Pátzcuaro y Región Morelia.* Tesis Doctoral. México: UNAM.

El pósito de Córdoba: estructura y sistemas constructivos

Javier Valverde Abril

La fundación del Pósito de Córdoba como institución municipal es pionera en Andalucía (c. 1500), al igual que la construcción de su edificio (1536), uno de los primeros modelos de esta emergente tipología, hoy desaparecida. Esta obra de un arquitecto anónimo nace de la reinterpretación tipológica del modelo arquitectónico de referencia en la ciudad: la Mezquita. El Pósito toma de ella sus proporciones en planta, el modelo de sala basilical hipóstila encerrada por una tapia perimetral y su sistema de cubiertas. Aunque el granero municipal se alza sobre una planta baja configurada por una retícula de pilares, abierta perimetralmente, que lo convierte en un modelo único[1].

Hoy podemos descomponer el edificio del Pósito en cuatro cuerpos bien diferenciados por su cronología y por sus características constructivas (Fig. 1): el cuerpo central, que conserva gran parte de la construcción primigenia, conformando un volumen de planta rectangular y dividido en dos niveles; el segundo tramo de la rampa que accedía al nivel de las paneras, adosado a lateral occidental del cuerpo central, aunque hoy está muy transformado; la crujía de cabecera, que con sus cuatro plantas de altura es parte de la reconstrucción de la Plaza de la Corredera llevada a cabo en 1683 y que vino a sustituir la crujía original de fachada del Pósito; y, a nivel de segunda planta, sobre la nave occidental, una crujía remontada en las obras de adaptación del edificio para acoger el uso de fábrica de sombreros, acometidas por el industrial José Sánchez Peña a partir de 1857.

Por su enorme interés, nos centramos en el cuerpo central, aún existente. Tiene dos plantas de altura, con una anchura total de 25,91 m y una profundidad de 22,82 m. Cada planta está compuesta por seis naves paralelas, dispuestas en sentido N-S, separadas por arcadas de medio punto, sustentadas sobre pilastras de sección rectangular (Fig. 2).

La planta baja, con un suelo que mantenía en principio una pendiente natural en sentido NO-SE, como prolongación del propio terreno de la plaza (Fig. 3). Todas las pilastras presentan sus esquinas con bisel, para que las personas y las mercancías pudieran discurrir libremente a su alrededor, en una planta libre estructurada con un patrón reticular. Los laterales estaban originalmente abiertos, a excepción del O, lo que permitía el uso de este espacio como lonja cubierta, complementando el uso comercial que ya había consolidado la Corredera. Las seis naves de este nivel inferior, con una anchura media de unos 295 cm, se cubren con bóvedas de cañón rebajadas, cuya línea de arranque discurre justo por encima de las claves de las arcadas.

La planta primera repite el esquema de seis naves paralelas, también orientadas en sentido N-S, de una anchura media de unos 310 cm para las cuatro centrales y de unos 406 cm para las dos extremas. En este caso, las pilastras son todas de sección rectangular (Fig. 4). El perímetro de la planta está cerrado con un muro de tapia de tierra compactada. La separación entre naves se conforma con arquerías de me-

Javier Valverde Abril – Gerencia Municipal de Urbanismo de Córdoba, España

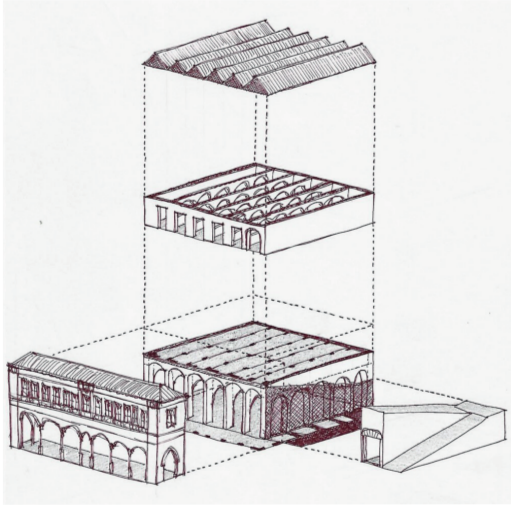


Figura 1. Esquema compositivo del edificio original del Pósito de Córdoba (Dibujo del autor)

dio punto, cuyos vanos estaban cerrados con tabiques de una altura que llegaba hasta la línea de imposta de los arcos. Así se conformaron las seis paneras, que seguían el sistema de trojes independientes, cuya ventilación natural cruzada se conseguía al dejar libres de cerramiento los arcos interiores y abrir ventanas altas en la fachada S. Cada una de las arquerías se remata con una línea de piezas de piedra arenisca, de anchura mayor que el espesor de la fábrica, conformando así un voladizo en cada cara, con una sección de un cuarto de círculo. Esto permite levantar por encima otras dos hojas de ladrillo macizo, de menor espesor, separadas por una canal. Cada una de las naves se resguarda con una cubierta a dos aguas, re-

Figura 2. Levantamiento fotogramétrico del alzado sur del Pósito (Informe de la Actividad Arqueológica Preventiva. Gerencia Municipal de Urbanismo, Córdoba, 2009)

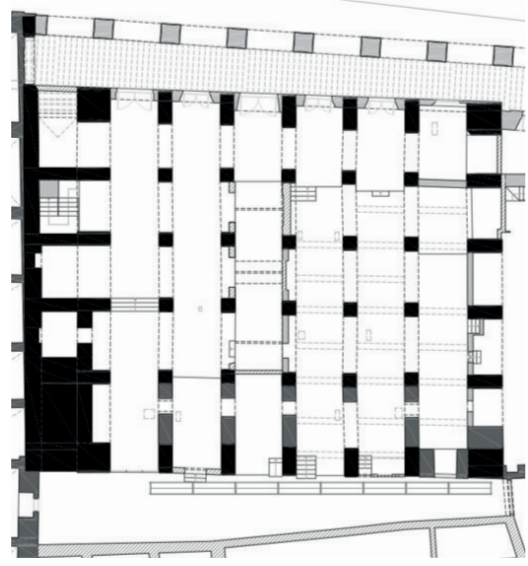


Figura 3. Planta baja del Pósito (Planimetría elaborada por el autor)

suelta con una estructura de madera apoyada en los muretes levantados sobre los voladizos, y terminada con faldones de teja curva cerámica sobre tablazón.

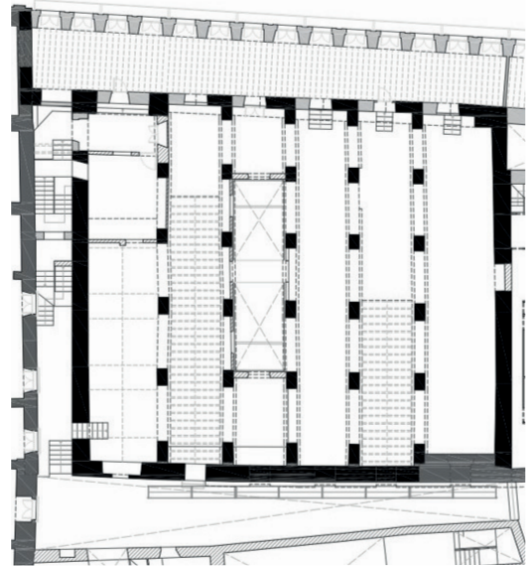


Figura 4. Planta primera del Pósito. (Planimetría elaborada por el autor)

La estructura

El sistema estructural que sirve de base lo constituye una retícula de 42 pilares de fábrica de sillería de piedra arenisca (*calcarenita*). Los 20 pilares centrales tienen sección cuadrada, de unos 84 cm de lado. Los 4 pilares en esquina son también de sección cuadrada, pero de mayores dimensiones, de unos 210 cm de lado. Los 18 pilares extremos presentan sección rectangular, de unos 84 x 210 cm. Se emplean para ello sillares regulares unidos con mortero de cal. Las dimensiones del sillar labrado (84 cm de largo, 42 cm de ancho y 28 cm de alto) lo convierten en el módulo que rige la composición.

En una etapa posterior, a finales del siglo XVI, se emplea una fábrica similar a la original cuando se ciegan parcialmente los últimos arcos de las arquerías de la planta baja, aunque en esta ocasión se ejecuta con sillares de dimensiones desiguales.

El diseño

En planta baja, el hecho de que las arquerías se solidaricen entre sí mediante las bóvedas de cañón provoca la aparición de empujes bidireccionales; los producidos por las arquerías en dirección longitudinal (norte-sur) y los producidos por las bóvedas en dirección transversal (este-oeste). Pues bien, el ensanchamiento de las arquerías laterales de la planta baja para asumir los empujes transversales de las bóvedas hace que los pilares de estas arquerías adopten secciones similares a los extremos de las arquerías centrales, conformándose una retícula de aparente simetría central. Pero no se opta por cubrir el espacio con un sistema también reticular de bóvedas de crucería o de cúpulas, sino que se emplea un sistema de naves paralelas cubiertas con bóvedas de cañón, cuyo origen debemos buscarlo en la arquitectura clásica de los romanos, como nos lo señala Viollet-le-Duc (1996).

Podemos señalar distintos ejemplos de la antigüedad romana construidos de manera similar al Pósito de Córdoba, como el mercado de Ferentino (edificado en el Lazio entre los siglos II y I a.C.); los *criptopórticos* de los foros de Reims (sala con bóvedas de aristas sobre pilares) y de Amiens (naves abovedadas separadas por arquerías de medio punto); o el almacén de víveres conocido como *PORTICVS AEMILIA*, levantado en Roma junto al Tíber.

En cambio, un aspecto que distingue al Pósito de sus precedentes romanos es la desigualdad entre las luces de los arcos de medio punto que componen las distintas arquerías (Fig. 5). Si las luces de las bóvedas que cubren las naves paralelas se mantienen constantes, no ocurre lo mismo con las series de arcos dispuestas en sentido norte-sur, cuyas luces se van incrementando de manera irregular de norte a sur. Esta cuestión nos aleja de una posible consideración de estas arquerías como reproducción de los acueductos que sirvieron de referencia para la composición de la sala de oración de la Mezquita. Pero esta cuestión parece tener una explicación lógica que pasaremos a exponer.

Una primera pista sobre el asunto nos la proporciona la planimetría localizada en la Biblioteca Nacional de España del pósito de Puente Genil (s. XVI), único identificado que presenta uno de los arcos de sus arquerías con mayor luz (5,15 m) que los demás (4,40 m). En la sección acotada podemos observar también que bajo el arco de mayor luz el terreno se presenta en pendiente (en el resto, el suelo es horizontal), presentando un desnivel entre las bases de sus apoyos de 150 cm, que se corresponde con el aumento de la altura libre interior del edificio, que va-

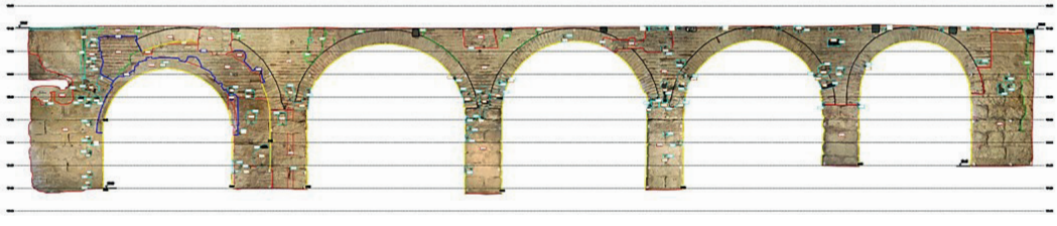


Figura 5. Levantamiento fotogramétrico del alzado oriental de la arcada 4 de la planta baja del Pósito. (Informe de la Actividad Arqueológica Preventiva. Gerencia Municipal de Urbanismo, Córdoba, 2009)

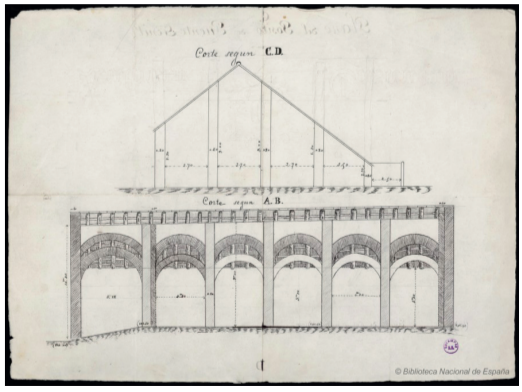


Figura 6. Planimetría histórica del pósito de Puente Genil (Tomada de la web de la Biblioteca Nacional de España)

ría de 9,00 m a 10,50 m (Fig. 6). Con estos datos, comprobamos que el incremento de luces entre los arcos contiguos es directamente proporcional al incremento de la altura libre interior del edificio, es decir, que el aumento de la luz de los arcos es proporcional al desnivel del terreno.

Inmediatamente pasamos a realizar esta misma comprobación en nuestro Pósito, tomando de referencia la quinta arquería, entre las naves 4 y 5, pues conocemos la cota de arranque de dos de sus pilares intermedios a raíz de los sondeos incluidos en la actividad arqueológica preventiva (GMU, 2009). En efecto, siguiendo este esquema pudimos plantear una reconstrucción hipotética, pero bastante fiable, del perfil original del terreno bajo esta arquería.

Y una segunda pista nos la ofrece la observación de un peculiar acueducto romano del siglo I conocido como Pont du Gard (puente del Gard), que no es sino un tramo del acueducto de Nimes. Este acueducto, al contrario de lo habitual, sí presenta arcos de diferentes luces en los niveles inferiores del tramo que cruza el río Gard, al parecer por tratarse de un anterior puente reutilizado al levantar el acueducto. Esta misma circunstancia la podemos ver en numerosos puentes romanos y medievales, en los que los arcos que sustentan la plataforma suelen aumentar progresivamente su luz a medida que la pendiente del terreno desciende de manera más acentuada.

Así pues, el hecho de que en la planta baja del Pósito la luz de los arcos es más grande cuanto mayor es la altura libre del edificio y que el sistema estructural está diseñado para sustentar una plataforma horizontal, nos llevan a concluir que, en realidad, las arquerías no están diseñadas como acueductos, sino como puentes paralelos cuyas plataformas superiores se ensanchan con las mismas bóvedas rebajadas que los hacen solidarios y los acodalan entre sí. No en vano, las obras de reparación y de construcción de puentes eran bastante frecuentes durante toda la Edad Media.

Otro aspecto de interés a tener en cuenta es que el sistema estructural de la planta baja del Pósito sí se distancia de los ejemplos que antes hemos visto de arquitectura civil romana en el hecho de que las bóvedas no son de cañón, sino que se emplean rebajadas, recurso frecuente en la arquitectura gótica y que podemos encontrar como elemento principal en el Ponte Vecchio de Florencia (1335-1345) o integrado en la fachada del Palacio Real Mayor recayente a la Plaza del Rei de Barcelona (1407-1408).

Pasando ahora a analizar el diseño estructural de la planta primera, observamos que en este nivel sí podemos hablar de arquerías compuestas a modo de acueductos, como en la Mezquita, para sostener los canales de evacuación de aguas pluviales y servir de apoyo a las armaduras de madera de las cubiertas. No obstante, tampoco en esta planta las luces de los arcos son iguales, variando como en la planta baja, aumentando progresivamente de norte a sur. Pero esta circunstancia viene aquí condicionada, no por el desnivel del terreno, sino por la necesaria correspondencia de los apoyos de los pilares en la vertical de los pilares de la planta baja.

Tomada de manera independiente esta estructura de la planta primera, cabe destacar un aspecto, también señalado por Viollet-le-Duc, que la vuelve a relacionar con la arquitectura romana. Se trata del hecho de que los contrafuertes de las arquerías no se muestran hacia el exterior del edificio, sino que son interiores y quedan dentro del cerramiento de tapia que delimita las paneras. Todo el que tiene alguna ligera noción en materia de arquitectura sabe que los romanos, incluso en los edificios abovedados, preferían contrarrestar los empujes de las bóvedas mediante contrafuertes interiores antes que con macizos saliendo hacia el exterior (Viollet-le-Duc, 1996).

El dimensionamiento

Abordaremos ahora el asunto del dimensionamiento de los contrafuertes necesarios para contrarrestar los

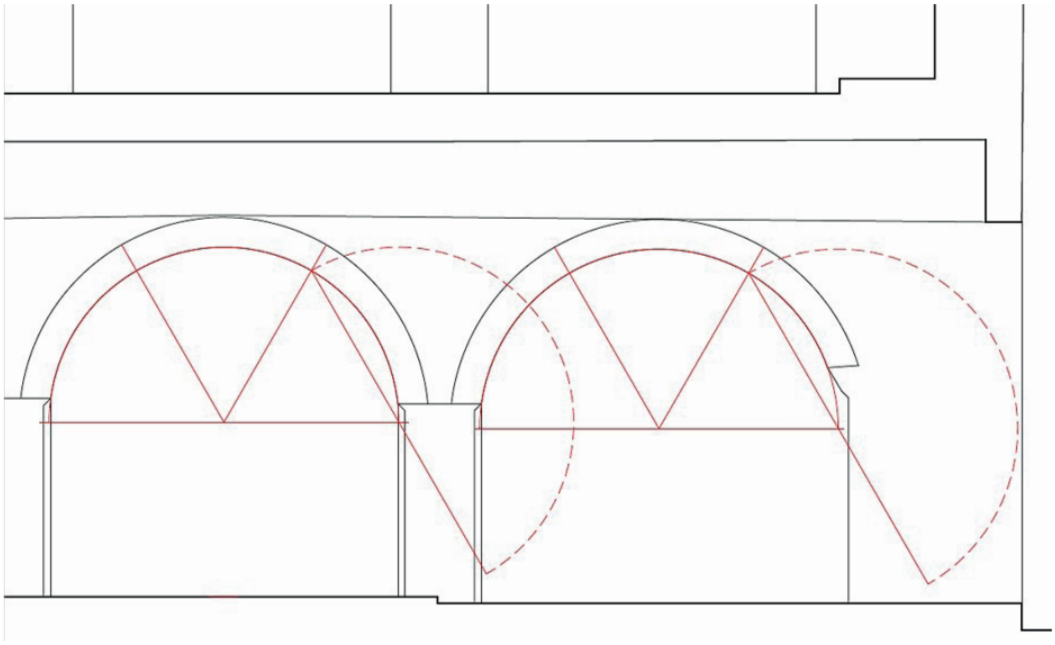


Figura 7. Aplicación de la regla de Blondel a los arcos de la planta baja (Dibujo del autor)

empujes transmitidos por arcos y bóvedas, que es el problema central común a todas las obras de fábrica para resolver su construcción y garantizar su durabilidad (Huerta, 2004). Parece claro que para el dimensionamiento de la estructura (ancho de pilares o contrafuertes y espesor de arcos y bóvedas) nuestro arquitecto debía contar con el conocimiento acumulado en la disciplina durante los siglos precedentes. No será hasta la circulación de los tratados del gótico tardío alemán cuando esas reglas de dimensionamiento comenzarían a difundirse, reglas que aparecen también en los primeros tratados renacentistas, pero sobre las que no cabe dudar de su origen gótico (Huerta, 2004).

La que posteriormente fue conocida como regla de Blondel, para el dimensionamiento de los estribos de apoyo de un arco, se empleó durante siglos, incluso antes de su primera formulación conocida por Baccojani (1546). Veamos si es posible la verificación de esta regla en el caso del Pósito de la Corredera.

Nos centraremos, en primer lugar, en las arquerías que sustentan las bóvedas. Al aplicar la regla de Blondel a cada uno de sus arcos, comprobamos para todas las arquerías que las anchuras de los pilares extremos estarían adecuadamente dimensionadas. En cambio, en los pilares centrales de los arcos de mayor luz, la anchura es algo menor que la dimensión mínima resultante para su estribo (unos 6 cm). Y lo mismo ocurre si aplicamos esta regla para dimensionar los estribos de las bóvedas rebajadas (Fig. 7). Sin duda, la estabilidad y el equilibrio están garantizados en cualquier caso para los pilares centrales por la compensación de empujes opuestos, que no se da en los pilares extremos. Y esto nos lleva a concluir que la construcción de todo el sistema estructural de la planta baja del Pósito (arquerías y bóvedas rebajadas) debió realizarse de manera conjunta, procediéndose a su descimbrado completo de una sola vez.

En cuanto al dimensionamiento de los estribos de los arcos de la planta primera, cabe mencionar que, a diferencia de lo que sucede en la planta baja, en este nivel superior los pilares ni son cuadrados, ni mantienen una anchura constante. Si los arcos aumentan su luz progresivamente de norte a sur (como en el nivel inferior), lo mismo ocurre con el ancho de los pilares. Fácilmente podemos comprobar que el incremento de la anchura de es-

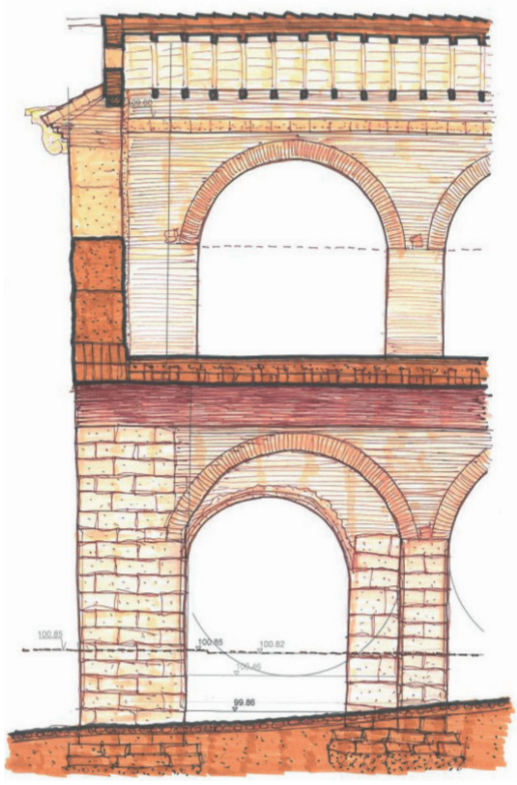


Figura 8. Sección constructiva del Pósito (Dibujo del autor)

tos pilares está directamente relacionado con el aumento de la luz de los arcos, lo que podemos verificar aplicando de nuevo la regla de Blondel para el dimensionamiento de estribos. A diferencia de los pilares de planta baja, más esbeltos, los anchos mínimos de estribos definidos por esta regla se cumplen en todos y cada uno de los pilares de la planta primera. Ello nos permite afirmar que la ejecución de estas arquerías sí se pudo realizar progresivamente arco a arco.

Los sistemas constructivos

Junto al adecuado diseño y al buen dimensionamiento de los sistemas estructurales del cuerpo central del Pósito, veremos a continuación que se plantea el uso de varios sistemas constructivos de manera muy acertada, aprovechando al máximo las cualidades de cada material en los diferentes elementos del edificio (Fig. 8).

La cimentación

La cimentación del Pósito se realiza a la manera tradicional en la zona, con dos hiladas de sillares de piedra *calcarenita* que sobresalen unos 20 o 30 cm del pilar, cogidos con mortero rico en cal. Pero en nuestro edificio para la construcción de estas estructuras se niveló el terreno de forma que se consiguiera una superficie de trabajo (UE 1518) en la que se excavaron las zanjas de cimentación (GMU, 2009). Esta circunstancia, junto con la deducción que hemos realizado de que el levantamiento y el descimbrado de todo el sistema de arcos y bóvedas de la planta baja se realizaría de manera conjunta, nos lleva a una doble conclusión. Por un lado, se realizaría el levantamiento conjunto de los 42 pilares de sillería sobre la superficie de trabajo (con pendiente de caída suave de NO a SE), hasta alcanzar cada uno la línea de imposta de sus correspondientes arcos.

Por otro lado, debió afrontarse un esfuerzo similar al que se realizó en la sala de oración de *ʿAbd al-Rahmân I* para la Mezquita, donde hubo de replantearse un plano virtual horizontal a la altura de las líneas de imposta de los arcos de herradura, justo por encima de los cimacios. No olvidemos que para levantar ese oratorio se emplearon materiales de acarreo, por lo que son diferentes todas las columnas, las basas, los capiteles y los cimacios. Ello conllevó la necesidad de un estudio previo de agrupaciones de elementos y de cotas de arranque desde el suelo, para que las caras superiores de todos los cimacios quedaran finalmente a la misma altura. Algo parecido sucedería en el Pósito, pues los puntos de arranque desde el terreno son diferentes en todos los pilares, como también lo son las alturas de las líneas de imposta de los distintos arcos. Sin embargo, era necesario que sí coincidieran en un mismo plano horizontal el trasdós de las claves de todos los arcos, cuyas alineaciones definen a su vez las líneas de imposta de las bóvedas. Todo ello nos indica que fue necesario realizar, en efecto, un gran esfuerzo en el replanteo de estos elementos.

La fábrica de sillería

La fábrica de sillería de piedra *calcarenita* que conforma la estructura del edificio se modula y se dispone a partir del sillar de dimensiones 1 vara castellana

Figura 9. Identificación del sillar como unidad metrológica (Dibujo del autor a partir de fotografía propia)

o de Burgos (84 cm) x 1 codo (42 cm) x 1 pie (28 cm), convirtiéndose en la unidad metrológica del Pósito (Fig. 9). Y a partir de esta unidad se conforman distintos elementos en sillería.

En la planta baja se emplea igualmente esta fábrica de sillería en los muros que contienen la primitiva rampa de acceso y en el resto del lienzo Oeste del cuerpo de cabecera original, donde aún existe el arco apuntado que recae a la galería de la plaza y colinda con el antiguo edificio de la cárcel. Este lienzo continúa en altura hasta la planta primera, donde también existen varios machones de esta fábrica que sirven para encadenar los lienzos de tapia. Y con la misma piedra, aunque en distinto formato, se conforman las cornisas que rematan las arquerías de la planta primera y cuyos extremos sobresalen de los paramentos. Estas cornisas se conforman con piezas de unos 95 cm y sirven para ganar anchura, de manera que sobre ellas pueden levantarse los muretes que conforman los canales de las cubiertas.

Los canes de piedra localizados en el Pósito son cinco, situados en la coronación de su fachada sur, la recayente al callejón. A este espacio evacuan las cinco canales que corren por encima de las cinco arquerías de la planta primera. Son estos canes unos de los pocos elementos del edificio que se prestan a un cierto grado de ornamentación, presentando dos modelos diferentes. Del que hemos denominado modelo A existen tres unidades, la central y las dos laterales. Su labra parece recrear volutas o motivos vegetales. Del modelo B hay dos unidades, una a cada lado de la central. Su sección moldurada se asemeja a la de los capiteles del arco apuntado del soportal de la Corredera.

Las fábricas de ladrillo

Todo el sistema de arcos y bóvedas se ejecuta con fábrica de ladrillo macizo, de dimensiones aproximadas de 28 x 13 cm, cogido con mortero de cal, al igual que las enjutas. Los arcos que conforman las arquerías de las plantas baja y primera y el resto de los arcos de medio punto se ejecutan con una rosca de este ladrillo colocado a sardinel vertical, mientras que los arcos de arranque de las bóvedas rebajadas que cubren las naves de la planta baja se ejecutan con doble rosca a sardinel vertical. Sin embargo, todo el desarrollo de estas bóvedas entre las fachadas Norte y Sur se realiza con una sola rosca de ladrillo dispuesto a sardinel horizontal. La misma solución se emplea en las bóvedas de las estancias situadas bajo la rampa.

Con el mismo ladrillo se levantan los pilares de las arquerías de planta primera, de sección rectangular. Las dimensiones de estos pilares se mantienen en anchura (unos 60 cm), pero difieren en longitud, variando entre 85 y 120 cm. Y también se intercalan paños de esta fábrica de ladrillo en el lienzo norte del cerramiento de tapia de las naves de planta primera, entre los distintos huecos de acceso a las paneras desde la galería de fachada.

También se emplea este ladrillo macizo en los muretes que se levantan sobre los extremos de las cornisas de piedra que rematan las arquerías de la planta primera. Con ello, se posibilita la configuración de los canales de recogida de aguas pluviales entre estos muretes, que también sirven de apoyo a las armaduras de madera de las cubiertas.

Cabría mencionar que este mismo ladrillo es el empleado como pavimento en las paneras (en espina de pez, colocado a tizón en plano) o en la rampa a sardinel (en diagonal, colocado a soga de canto). Y parece que en el momento en que a finales del siglo XVI se ejecutan los refuerzos estructurales en los arcos de la planta baja, o en fechas cercanas, también se realiza con ladrillo macizo la reconstrucción en planta primera del ángulo sureste del cerramiento recayente al callejón del Pósito.

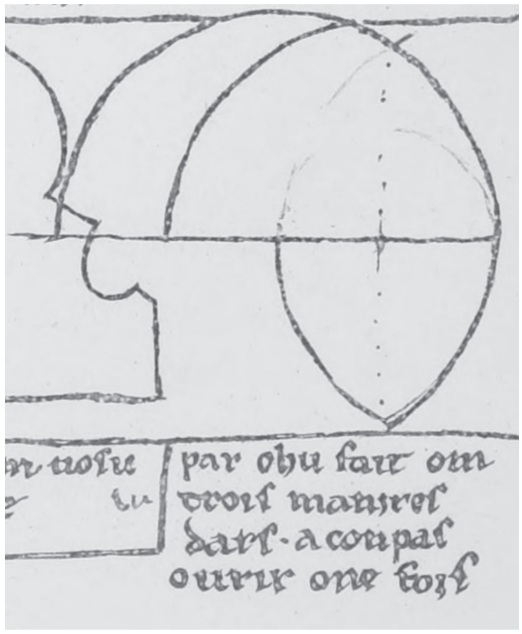


Figura 10. Folio 41 de Le carnet de Villard de Honnecourt, 1220-1240. Extracto: trazado de tres arcos distintos con el mismo radio: arco de medio punto, arco apuntado de tercio punto y arco apuntado equilátero. Manuscrito original depositado en la Biblioteca Nacional de Francia. Consulta online disponible en: http://classes.bnf.fr/villard/

En cuanto al trazado de arcos y bóveda s hemos podido comprobar el empleo del sistema de trazado de tres arcos distintos con el mismo radio, según esquema ya recogido en el cuaderno de Villard de Honnecourt, elaborado en entre 1220 y 1240 (Fig. 10). En concreto, utilizando el mismo radio de 2 varas, se trata el arco de medio punto de acceso a la nave occidental de la planta primera, el arco apuntado rebajado que se conserva en planta baja del antiguo cuerpo de fachada y las bóvedas rebajadas (con flecha de 1 vara) que cubren todas las naves de la planta baja.

La tapia de tierra compactada

Otro sistema constructivo de gran tradición es el de la tapia de tierra compactada, que sirve en el Pósito para delimitar el recinto de las paneras, con una función estructural secundaria, pues se limita a sustentar los faldones extremos de las cubiertas de las naves oriental y occidental.

Esta tapia presenta un espesor de 1 vara, igual que la altura de los cajones y la distancia entre las agujas. La longitud de los cajones sí es variable, predominando los de 2 varas y los 2,5 varas. La ejecución de la tapia se realiza disponiendo capas de cal entre los cajones, en sus cuatro caras, pero sin colocar ninguna pieza de remate sobre las agujas. Los dos paños de mayor longitud y con vanos presentan cadenados, siendo los del muro sur de piedra y los del muro norte de ladrillo. Según esta composición, atendiendo a la clasificación tipológico-estructural propuesta por los profesores de la Universidad de Sevilla Amparo Graciani y Miguel Ángel Tabales (2008) estaríamos ante un ejemplo de tapia mixta, del tipo 4 (encadenados de ladrillo) y 5 (encadenados de piedra). Ambos tipos resultarían encuadrables cronológicamente tanto en la etapa mudéjar (mediados del XIII a principios del XVI) como en la Edad Moderna (siglos XVI a XVIII), lo que encaja con la datación del Pósito.

Por otra parte, es de resaltar la buena calidad de la ejecución de la tapia de tierra compactada de nuestro edificio, pues los lienzos no alterados han llegado a nosotros en muy buenas condiciones de conservación. Incluso, en los puntos donde se han abierto vanos en las distintas transformaciones sufridas a lo largo de casi cinco siglos de vida el material se sigue mostrando consolidado. La tapia del Pósito parece adecuarse perfectamente a la descripción que de esta técnica hace Juan de Villanueva en su Arte de Albañilería (1827), publicado ya tres siglos después.

También se atiende en nuestro granero a un requisito funcional muy importante, el del aislamiento de la humedad y la protección contra el agua, que igualmente tiene su reflejo en el manual de Villanueva. Parece claro que las evidencias de las capas de cal que separan los cajones de la tapia del Pósito responden a esta solución constructiva que, por un lado, aumenta la resistencia de la fábrica y prolonga su duración y, por otro, proporciona una protección extra contra la humedad muy conveniente y oportuna para la conservación del grano en las paneras.

La armadura de madera

Las armaduras originales de madera se disponían mediante el sistema de par y nudillo, con hilera lon-

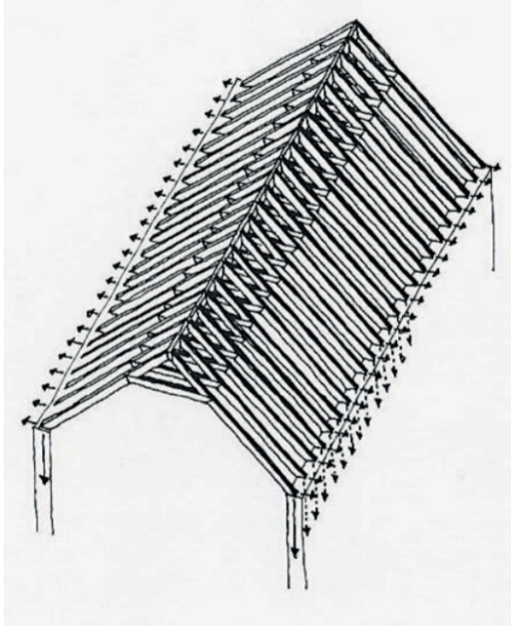


Figura 11. Esquema elemental de la armadura de par y nudillo (Ilustración tomada de Nuere, 1989)

gitudinal que ata por su cima todos los pares. Las armaduras se sitúan con una separación de unos 45 cm, disponiéndose el nudillo a una distancia de la cumbrera equivalente al tercio de la altura de la cubierta. Todo ello responde a una solución tradicional, muy utilizada en la tradición mudéjar. No se dispone estribo o durmiente que ate los extremos inferiores de los pares, sino que estos se entregan directamente, empotrándose, en los muretes de ladrillo macizo que se levantan sobre la cornisa pétrea y conforman el canal de recogida de agua de lluvia. Esta solución del Pósito cabría clasificarla como un esquema elemental de la armadura de par y nudillo (Nuere, 1989). Con esta solución, la coronación de los muros debe soportar el peso de las cubiertas y el empuje horizontal que le provocan los pares (Fig. 11). Posiblemente, como sospechamos, no se colocarán inicialmente tirantes al no considerarse imprescindibles (Nuere, 1989), dado que las luces de las naves centrales son reducidas y, en cualquier caso, los empujes de unas cubiertas estarían contrarrestados con los de las cubiertas adyacentes. Desconocemos, porque ha desaparecido, qué solución podría haberse adoptado en las naves laterales, donde es mayor la luz que deben salvar las armaduras y donde el empuje horizontal sobre la tapia perimetral no tendría contrarresto.

La ausencia del durmiente es la que provoca que en las distintas reparaciones realizadas desde el XVII, hasta las de mayor entidad en el XIX, se fueran colocando tirantes metálicos anclados a los pares. Esto se hizo de manera intermitente, cada tres o cuatro armaduras, mediante dos piezas en forma de horquilla situadas en los extremos del tirante y pasadores que atraviesan los pares junto a sus apoyos. También se fueron sustituyendo pares y nudillos, empleando escuadrías irregulares e incluso rollizos sin escuadrar. Y se añadieron finalmente tirantes de madera en todas las armaduras, atando los extremos inferiores de los pares. Por último, también se eliminaron o terminaron cayendo gran parte de los primitivos nudillos y casi todos los tirantes metálicos.

El sistema de cubiertas a dos aguas

Las cubiertas que actualmente se mantienen en las naves 2 y 5 no son exactamente las originales, sino el resultado de una alteración fruto de diversas reparaciones sufridas, principalmente, en el siglo XIX. No obstante, estas reparaciones aprovechan las armaduras preexistentes o las reproducen, identificándose aún hoy en zonas de la nave 2 algunas de las armaduras primitivas.

Sobre las armaduras ya descritas se dispone una capa de tablas de madera, las alfarjías, y encima una capa de mortero que sirve de base para la colocación de las tejas cerámicas. Con el tiempo, tanto la tablazón como el tejado se han ido sustituyendo en distintas actuaciones de reparación, por lo que no podemos tener las actuales por originales.

Finalmente, el sistema de cubiertas se completa con los canales de recogida de agua que discurren sobre las arquerías, con una ligera pendiente norte-sur. Estos canales quedan delimitados por los muretes de ladrillo macizo que se levantan sobre los bordes de la cornisa de piedra.

Conclusión

En cuanto al análisis de los sistemas estructurales del cuerpo principal del Pósito, hemos comprobado que nuestro arquitecto conocía la aplicación de reglas gó-

ticas de diseño y de dimensionamiento de los elementos estructurales, pero también que él abandona la idea de exponer hacia el exterior los contrafuertes para evidenciar la presencia de la estructura del edificio. Podemos decir que no se alcanza aún en el Pósito la fusión entre cerramiento y estructura que se planteará más tarde en las fachadas portantes renacentistas que describe Cobreros (1996).

Además, nuestro desconocido arquitecto demuestra un gran dominio de las herramientas profesionales de su época, herederas del sistema medieval de gremios, así como de los sistemas constructivos tradicionales: trazado de arcos y bóvedas, fábricas de sillería y de ladrillo, tapia de tierra compactada, armaduras de par y nudillo… Al conocimiento teórico de la profesión se une el saber práctico de la tradición edilicia cordobesa, resultando de tal unión la construcción de este modelo único de un nuevo tipo arquitectónico que ejercerá una clara influencia en otros edificios posteriores.

Nota

1. En este artículo el autor realiza expone un extracto desarrollado de su tesis doctoral *El Pósito de Córdoba. Un prototipo para una tipología perdida*, defendida en la Universidad de Sevilla en 2022, centrándose en la estructura y en los sistemas constructivos que aún hoy se conservan de la construcción primigenia del edificio. Esta investigación recibió una Mención Especial en el concurso Tesis Doctoral 2023 del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. En 2024 la tesis también fue reconocida con una Mención Especial en la 6ª Edición del Premio Ibérico de Investigación de Arquitectura Tradicional, organizado por la Fundación Convento da Orada, la Fundación Antonio Font de Bedoya, la Fundación Cultural del Colegio Oficial de Arquitectos de León y la *Ordem dos Arquitectos* de Portugal.

Lista de referencias

Cobreros Vime, Miguel Ángel. 1996. *Proporción y estructura en los edificios civiles del Renacimiento*. En: Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, CEHOPU. Instituto Juan de Herrera, Madrid.

Gerencia Municipal de Urbanismo. 2009. *Informe Preliminar de la Actividad Arqueológica Preventiva en el antiguo Pósito de Córdoba.* Córdoba.

Graciani García, Amparo y Tabales Rodríguez, Miguel Ángel. 2008. *El tapial en el área sevillana. Avance cronotipológico estructural.* En: Arqueología de la Arquitectura, 5, pp. 135-158. Madrid/Vitoria.

Honnecourt, Villar de. *Le carnet de Villard de Honnecourt*. Facsimil de 1235, existente en la Bibliothéque Nationale de France, Paris. Disponible en: http://classes.bnf.fr/villard/feuillet/

Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Instituto Juan de Herrera, Madrid.

Valverde Abril, Javier. 2022. *El Pósito de Córdoba. Un prototipo para una tipología perdida* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla.

Villanueva, Juan de. 1827. *Arte de albañilería, o instrucciones para los jóvenes que se dediquen a él.* Imp. Francisco Martínez Dávila. Madrid.

Viollet-le-Duc, Eugène E. 1996. *La construcción medieval*. Artículo original *Construcción* del *Dictionnaire raisonné del´´architecture française du XIº au XVIº siècle* (1ª edición París, 1859). Edición a cargo de Enrique Rabasa Díaz y Santiago Huerta Fernández. Instituto Juan de Herrera, Madrid.

El Real Club Náutico de las Palmas, una obra pionera en el uso del hormigón armado en Canarias 1908-1909

Hugo A. Ventura Rodríguez

En 1908, la ciudad de las Palmas de Gran Canaria, con una población cercana a los 60.000 habitantes, había comenzado unos años atrás su desarrollo urbano hacia el norte, fuera de sus murallas, las cuales habían sido demolidas en el año 1859 (Herrera Pique 1978). La ley de Puertos Francos de 1852 y la construcción del Puerto de la Luz y de las Palmas, según proyecto del ingeniero canario Juan de León y Castillo, finalizada en el año 1902 (Herrera Pique 1978), propiciaron el crecimiento económico y urbano de la ciudad. Surgió un nuevo barrio cerca del puerto, situado en un impresionante istmo de arena que unía las montañas de la Isleta con el resto de la isla de Gran Canaria. El arquitecto catalán Laureano Arroyo (1847-1910), afincado en la isla desde 1888, había desarrollado en 1898 un plan de ordenación de esta nueva parte de la ciudad situada a 4 kilómetros del núcleo fundacional Vegueta Triana (Herrera Pique 1978).

Gustavo J. Navarro Nieto[1], militar de intendencia, idealista y emprendedor, nacido en Ávila en 1878, y llegado a la isla en 1898 se une al ingeniero militar Adolfo San Martin y Losada, destinado en Gran Canaria desde 1905, con el propósito de dotar a la ciudad de un club social y deportivo: el Real Club Náutico de Las Palmas.

El Real Club Náutico. Una construcción pionera en Canarias en el uso del hormigón armado.

El edificio, un palacete de dos plantas elevado sobre setenta columnas de hormigón armado y situado en el interior del puerto, en la ribera norte del muelle de Santa Catalina, se convirtió en una obra pionera en el desarrollo del hormigón armado en Canarias. Hasta ese momento, el uso del hormigón armado en las islas se había limitado a la construcción de estanques redondos vinculados a los usos agrícolas en las medianías de Gran Canaria y Tenerife (Ventura Rodriguez 2023). Una única obra significativa se estaba ejecutando en esos años en la vecina isla de Tenerife, la Catedral de La Laguna, proyectada y construida en hormigón armado por el también ingeniero militar José Ángel Rodrigo Vallabriga (Darias Príncipe 1997).

La obra del Real Club Náutico de las Palmas se puede considerar también pionera a nivel nacional, pues es coetánea con las primeras construcciones realizadas en España en esa primera década del pasado siglo XX. El empleo del hormigón armado, que llevaba un par de décadas desarrollándose en Europa y América, arranca en nuestro país con un cierto retraso, introduciéndose fundamentalmente con las patentes de Monier y Hennebique, la primera en Cataluña y la segunda en el norte de la península (Burgos 2009).

Hugo A. Ventura Rodríguez – Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Figura 1. El Real Club Náutico de Las Palmas en el año 1909 poco después de su finalización. (Autor Jordao Da Luz Perestrello. Fedac)

Las primeras obras ejecutadas en nuestro país con estructura de hormigón fueron depósitos de aguas: el depósito de Puigverd de 1893, de Francesc Maciá y Llussa (1859-1933), ingeniero militar formado en la Academia de Guadalajara al igual de San Martin y el depósito de Aguas de Llanes de José Eugenio Ribera del año 1899 (Burgos 2009). Las siguientes construcciones fueron edificios industriales como la fabricas de cereales en Ayala (Badajoz) de Ribera de 1899, la Ceres en Bilbao (1900) y la Alhóndiga de Bilbao (1906) (Burgos 2009). El hormigón armado necesito cierto tiempo para ser usado en proyectos de arquitectura civil, en parte tal vez, por el rechazo que el hormigón generó entre los arquitectos en esos primeros años.

Por tanto, el Real Club Náutico por su año de ejecución se debe incluir dentro de las primeras obras ejecutadas en hormigón armado en nuestro país, pero se la debe destacar entre ellas por dos aspectos claramente significativos: es de las primeras obras de hormigón armado para un uso no industrial o agrícola y, por otra parte, es la primera obra probablemente ejecutada sobre el lecho marino.

El ingeniero y la colaboración con el arquitecto Fernando Navarro

El redactor del proyecto y el director de las obras de este club social y deportivo fue un ingeniero militar, el capitán Adolfo San Martín. Si bien los primeros planos del proyecto están firmados solo por San Martin, los planos definitivos estarán firmados también por el arquitecto canario Fernando Navarro y Navarro (1864-1925). Navarro titulado por la Escuela de Arquitectura de Madrid (1892), ya contaba con una dilatada experiencia profesional en 1908, y fue el autor de importantes edificios en la ciudad de las Palmas tales como el Círculo Mercantil (1898) o el Gabinete Literario (1901) (Martín, Alemán y López 2005), si bien no había ejecutado hasta ese momento ningún proyecto en hormigón armado. Al igual que paso unos años antes con el proyecto de la Catedral de La Laguna, en el que Rodrigo Vallabriga debe aceptar la figura del arquitecto Mariano Estanga, desde la aprobación de la ley 3 de mayo de 1902 sobre competencias profesionales (Darias Príncipe 1997), era necesaria la figura del arquitecto para un proyecto de edificación como el Club Náutico de Las Palmas y la colaboración de San Martín con Navarro fue necesaria.

Los documentos de memoria y pliegos del proyecto estaban escritos de puño y letra por Adolfo San Martin y parecen evidenciar la principal tutoría del ingeniero. Por otra parte, es destacable que, hasta esta obra del Club Náutico, no se conoce experiencia del ingeniero San Martin en proyectos de construcción alguno. Sin embargo, y lo mismo podemos decir de Rodrigo Vallabriga en la Catedral de la Laguna, la capacitación técnica del ingeniero militar es evidente y eso es extensivo al conjunto de ingenieros militares en esos años en España.

Los Ingenieros militares en el desarrollo del hormigón armado en España

Una importante responsabilidad en el desarrollo del hormigón armado en esa primera década en España hay que atribuirla a los ingenieros militares. No es casual que la primer norma española de hormigón armado fuera la “Instrucción para el empleo del cemento armado” de 1912 del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. Aparte de la evidente aportación del ingeniero de caminos José Eugenio Ribera, los ingenieros militares tuvieron una significada presencia en el desarrollo del hormigón armado en España, hecho que no se produce de modo tan evidente en Francia y Alemania, en donde los ingenieros civiles tuvieron el mayor protagonismo. Todos los ingenieros militares

fueron formados en la Academia de Ingenieros de Guadalajara y contribuyeron con sus obras y publicaciones a impulsar el desarrollo del hormigón en España. La Academia de Ingenieros del Ejército fue una institución con una amplia tradición tecnología y científica. Permaneció en Guadalajara casi cien años, desde 1833 hasta 1932. En ella se formaron más de dos mil oficiales ingenieros. Esa lista de ingenieros militares vinculados al desarrollo del hormigón armado es muy extensa, de la misma es necesario destacar a:

—Francesc Macia i Llussa (1859-1933) responsable del depósito de Puigverd de 1893 (Lleida), quien junto con el arquitecto Claudio Duran compra la patente de Monier para España y crean la primera empresa española para ejecución de obras de hormigón denominada Sociedad en Comandita.

—Eduardo Gallego Ramos (1873-1959), a cuya actividad como técnico especialista en hormigón se le debe añadir la de divulgador a través de la revista "La Construcción Moderna", revista clave en la difusión del hormigón armado en España.

—Ricardo Martínez Unciti (1864-1938), promotor de la revista "El Cemento Armado", de corta vida: desde 1901 hasta junio de 1904 y tirada mensual. Constituyó la primera revista dedicada a este material tratando aspectos relativos al cálculo, fabricación, etc. Fue profesor durante un año en la Academia de Guadalajara. Dirigió sus patentes a registra aplicaciones de objetos prefabricados de hormigón

—Ricardo Seco de la Garza, nacido en 1879, conocido por sus publicaciones sobre cemento armado en la revista Memorial del Ejercito y por su libro Monogramas del Ingeniero. Fue destinado a la compañía de Telégrafos de Canarias (Tenerife) en 1900. Compartió estudios en Guadalajara con Vallabriga y con Adolfo San Martin en la Academia Militar en el periodo 1893-1898 Nada más licenciarse en1898, estuvo al frente de la primera delegación de la firma Hennebique en España (Burgos 2009).

—Juan Luengo Carrascal (nacido en 1862) autor junto a Antonio González Irún del primer libro dedicado al hormigón armado en España en 1902, prologado por Eugenio Ribera.

En Canarias, junto a Adolfo San Martin (1879-1920) y a José Ángel Rodrigo Vallabriga (1876-1965) y destacaron ingenieros como Juan Ramón Sena (1874-1928) en los primeros desarrollos de la Catedral de La Laguna, Alfredo Amigó y Gassó (1884-1924) o José Espejo en la isla de Tenerife (Ventura Rodriguez 2023).

El hormigón armado en Canarias

Si bien el hormigón sin armar era conocido en las islas, no es hasta estas dos obras, la Catedral de La Laguna y el Club Náutico de Las Palmas, cuando comienza el uso del hormigón armado en Canarias. La introducción del cemento artificial en las Islas está relacionada con las infraestructuras portuarias. En el caso del Puerto de La Luz y Las Palmas, en la isla de Gran Canaria el ingeniero Juan de León y Castillo estudio las características de los materiales locales y su combinación con el cemento artificial.

Gracias al consumo de cemento portland en las obras portuarias, las importaciones de este producto fueron considerables a mediados del siglo XIX. En Gran Canaria estuvo disponible desde 1860. Primeramente, se importaban de Inglaterra y a partir de 1883 comienzan a importarse de Francia, Bélgica y Alemania.

Otra obra pionera: La Catedral de La Laguna (1905-1913)

Cuatro años del comienzo de la obra del Club Náutico, en noviembre de 1904 el ingeniero militar José Ángel Rodrigo-Vallabriga y Brito, recibe el encargo de construir una catedral sobre la antigua iglesia de Nuestra Señora de los Remedios en San Cristóbal de La Laguna, Tenerife (Ventura Rodríguez 2023).

El templo catedral de la Laguna fue la primera catedral del mundo en construirse completamente en este material. El propio ingeniero con motivo de la finalización de las obras, en un artículo publicado en La Gaceta de Tenerife el 21 de agosto de 1913, escribe: "... en honor a la verdad debemos decir que es la primera Catedral de hormigón armado construida, la que en menos tiempo ha visto su terminación y la más barata del mundo".

El ingeniero no utilizó la expresividad del hormigón visto tal como la entendemos hoy en día. Al proyectar la catedral con criterios de diseño más próximo al estilo gótico, aprovechó la capacidad del hormigón de "amoldarse" a la forma requerida, para simular de este modo una solución tradicional de

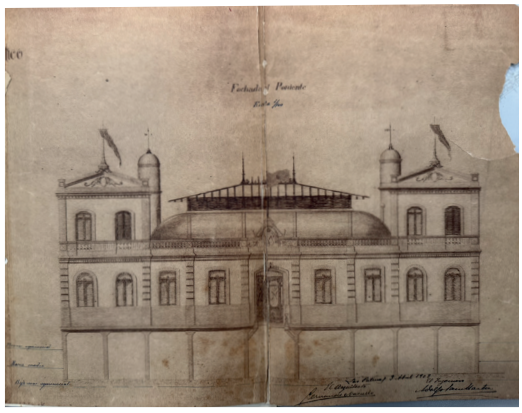


Figura 2. Fachada a poniente del proyecto. Plano del proyecto. Archivos de la Autoridad Portuaria

cantería, en la que el hormigón imita la piedra y las nervaduras en columnas, arcos y bóvedas propias de ese estilo arquitectónico.

El ingeniero militar, capitán Adolfo San Martin y Losada

Adolfo San Martin Losada nació en Ribadeo, provincia de Lugo el 8 de junio de 1879. El 1 de septiembre de 1894 ingresa en la Academia de Ingenieros de Guadalajara por oposición y finaliza sus estudios a finales de marzo de 1899, con el título de teniente de ingenieros, ascendiendo a capitán el 1 de junio de 1904. Alcanza el rango de comandante el 1 de junio de 1918. Problemas de salud a partir de 1912 le obligan a trasladarse a Madrid en donde fallece el 22 de marzo de 1920 a la edad de 40 años.

Adolfo San Martin, en 1910 patenta un "Sistema de aplicación del cemento armado a la construcción de embarcaciones para servicios auxiliares en los puertos" (Martin Nieva 2000). Adolfo San Martin destacó en la sociedad Gran Canaria de esos años, por ser un firme defensor de la división provincial, tema que centraba la vida social en las islas por la disputa de la capitalidad con la vecina isla de Tenerife. Pero también destacó con su visión de futura con sus propuestas para la construcción en la ciudad de Las Palmas de un casino y un teatro en terrenos ganados al mar.

EL proyecto del Real Club Náutico 1908-1909

El ingeniero San Martín en la memoria de su proyecto indica:

> Aprovechando los nuevos sistemas de construcción, de tanta utilidad en algunos casos, y más aún en aquellos como el que nos ocupa que han de reunir condiciones especialísimas, hemos adoptado el hormigón armado para un sistema de pilares que asentados directamente al banco de roca en que se proyecta el edificio y unidos entre si por sus cabezas con carreras o jácenas que forman una cuadricula sobre el que se sustentan los forjados el piso continuo de losa de ferro-cemento con resistencia apropiada a las luces de crujía y carga que ha de soportar, aun en circunstancias extraordinarias, asi constituimos la cimentación.

Se componía de un cuerpo central de una planta y dos pabellones laterales de dos plantas, con una terraza al mar y dos torres cilíndricas en las que se sitúan dos escaleras de caracol de caracol de acceso a cubierta. El salón principal, o salón de baile, cuenta con una luz libre de 25 metros por 18 metros. En la planta alta, dos pabellones enmarcan el lucernario central que cubre al gran salón principal del edificio.

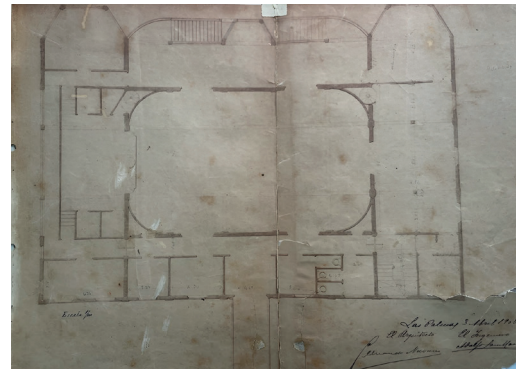


Figura 3. Plano de planta baja del proyecto. Archivo de la Autoridad Portuaria de Las Palmas

La Arquitectura

La arquitectura del Real Club Náutico está inspirada en el clasicismo romántico del siglo anterior combinado con motivos de arquitectura colonial como la

terraza abierta al mar. Un aspecto muy significativo del edificio en lo relativo a la estética en el uso del hormigón armado es como el ingeniero pretende simular pilares y jabalcones consiguiendo que su aspecto, tal y como se aprecia en la terraza al mar, sea el de una estructura de madera. De igual modo, al poco de finalizarse el edificio, se ejecutó un basamento de piedras con arcos que ocultaron toda la base de pilares sobre las que el edificio apoyado sobre el lecho marino en la versión original del proyecto. Al igual que ocurrió en la Catedral de La Laguna en que el hormigón intenta simular cantería basáltica, San Martín quiso ocultar el aspecto natural del hormigón para hacer mas amable el aspecto del edificio al gusto popular.

Figura 6. Imagen del salón de baile del Real Club Náutico. Autor desconocido. Archivo Fedac.

Figura 4. Imagen del edificio en el año 1914. Autor Herrmann, Kurt. Archivo de la Fedac

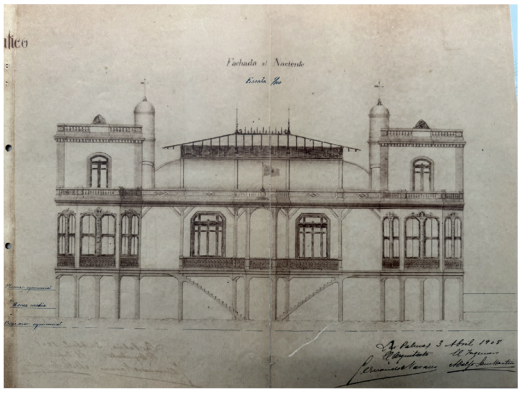


Figura 5. Plano de alzado el proyecto: Fachada a Naciente. Autoridad Portuaria de LP

Figura 7. Detalle de las columnas de hormigón que sustentan el edificio en la planta diáfana. Autor desconocido. Archivo Fedac.

La estructura

La estructura del edificio está constituida en su totalidad en hormigón armado, con pórticos en dos direcciones y forjado de losa maciza. Los cerramientos y tabiquerías son elementos meramente "compartimentadores" de espacios. El sistema general de la estructura responde a la patente Hennebique, con vigas de barras superiores plegadas, si bien gran parte de las vigas atendían a la patente Lefort con doble armadura simétrica. En el pliego de condiciones facultativas el ingeniero describe los principales aspectos del proyecto:

> Artículo 1: El edificio este cimentado sobre un sistema de pilares de hormigón armado con un ligero ensanchamiento en sus bases y cabezas a fin de conseguir un perfecto asiento y unión con el emparrillado de vigas que sustentan el piso.[2]

En el artículo 2 del referido pliego, indica que se utilizaron cementos Roquefort de fraguado rápido para las obras bajo el agua y Portland de fraguado lento en el resto de la estructura.

En general describe San Martín, para columnas y vigas, la dosificación será de 500 kg/m³, con cuatro partes y media en volumen de gravilla basáltica por dos y media de arena. La arena será bien limpia y cribada de grano grueso y anguloso. La gravilla será cernida con una "zaranda" de 2 cm de hueco de malla.

Para la cimentación de las bases de las columnas, el ingeniero prescribe la utilización se cemento Roquefort de fraguado rápido, con una dosificación en volumen de tres partes de arena y una de cemento.

Los forjados serán de "planos continuos de ferrocemento" y la composición de su hormigón será análoga a vigas y pilares.

La tensión de trabajo de los materiales de la estructura según el pliego de condiciones fue:

Hormigón

$Rc´=25$ kg/cm²

Acero

$Rs´=10$ kg/mm².

Hay que indicar que en estos años los valores de resistencia tanto del hormigón como del acero eran tensiones admisibles que incluían toda la seguridad.

En la documentación gráfica el ingeniero describe la utilización de pilares de 25 x25 cm² con 4 barras de ø32 para una carga de 47.700 Kg o pilares de la misma sección con un tubo de acero para una carga de 33.000 kg.

Si compramos estos pilares resulta, considerando el área de ø32=804 mm²:

$$25x25x25 \text{ kg/cm}^2+4x804x10 \text{ kg/mm}^2= 15.625+32.160 =47785 \text{ kg}$$

Hay que destacar la alta cuantía proyectada, de modo que el acero representa el 67% de la capacidad mecánica del pilar, muy por encima del límite actual del 50%.

Suponiendo una carga total de 1000 kg/m², en la consideración de una losa de forjado de 15 cm y una sobrecarga de 400 kg/m², esto permitiría una superficie de carga de 48 m², es decir dos plantas de 24 m² de ámbito, valores que coinciden con la realidad del proyecto.

En los pilares el ingeniero adopta el sistema Hennebique de estribos conformados con pletinas:

> Las pletinas para enlazar las barras serán de acero taladrado en frio con la longitud y anchura según el diámetro de las barras verticales que han de atravesar sus taladros. Las pletinas se colocarán cada cuarenta centímetros de distancia unas de otras en la altura o longitud de cada columna.

Con respecto a las vigas, San Martin indica en la documentación escrita lo siguiente:

Las armaduras de las vigas serán de doble simetría, compuesta de seis barras cilíndricas con diámetro apropiado a las luces y cargas por metro lineal que han de soportar (Sistema Lefort)

> Llevaran flejes de acero que enlazaran las barras en sus secciones transversales. La distancia de estos flejes transversales dependerá de la luz y carga de la viga o jácena, siempre de menor a mayor a contar desde los empotramientos a los puntos medios.

Para el calculo de las vigas, el ingeniero considera el empotramiento imperfecto y por tanto un momento de valor $M_o=1/10\ ql^2$. Si bien las dimensiones de las vigas no están indicadas en planos, en el documento de mediciones se fija una dimensión de 25 cm de ancho y 40 cm de canto, tanto para la planta de "cimentación" o planta diáfana como para el resto.

Considerando un canto de 40 cm, y unos recubrimientos mecánicos de 4 cm, contaríamos con un brazo de palanca de 32 cm entre armados. En el caso de las vigas tipo Lefort con 3+3 ø32, el momento flector resistido podría estar en un valor de:

$$(3x804 \text{ mm}^2x10) \times 0.32=7.721 \text{ kg.m}$$

Como San Martín indica que el momento considerado era $ql^2/10$, la carga lineal sobre la viga seria $q=10xM_o/l^2=2145$ kg/ml para el caso de luces de viga de 6 metros.

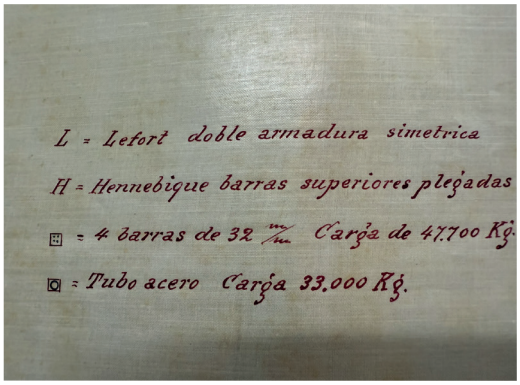


Figura 8
Detalle del plano de estructura en el que se definen los tipos de vigas y de pilares. Archivo de la Autoridad Portuaria de Las Palmas

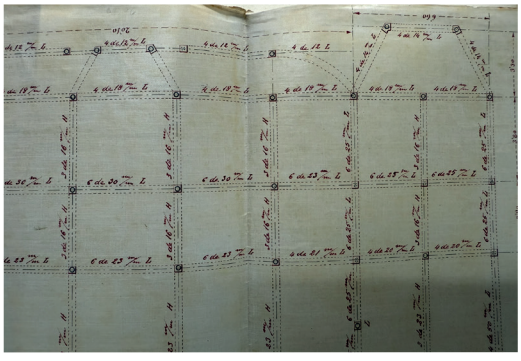


Figura 9
Detalle del plano de forjado suelo de planta baja. Archivo de la Autoridad Portuaria de Las Palmas

En la figura 10 se puede observar:

a) Definición de pilares, ya sean armados con barras o con tubos de acero.
b) Los distintos tipos de vigas "L" Lefort de armado simétrico que se disponían siempre en la luz mayor (luces entre 5.6 y 3 metros) y vigas "H" o sistema Hennebique que aparecen en la mayor parte de los vanos cortos o transversales. Cada viga tiene indicado el número y diámetro de las barras longitudinales. No aparece reflejado el estribado referido anteriormente y constituido por flejes.

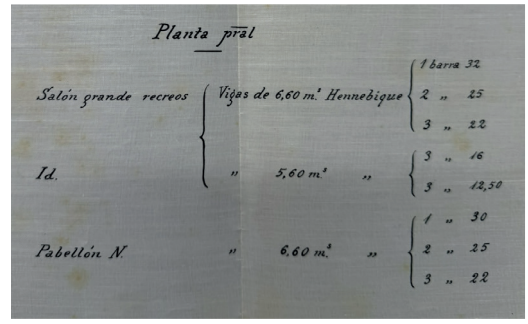


Figura 10
Definición de pilares y vigas

Para el cálculo de los suelos, indica la memoria:

> …suponemos losas apoyadas y no empotradas (art 17) y llevara un solo orden de varillas cilíndricas de hierro acerado homogéneo repartidas en numero de diez como mínimo por metro lineal y con diámetro apropiados a las luces y cargas que soporten (art 15).

Si bien la cubrición del salón de baile no esta ejecutada en hormigón armado, por su interés técnico transcribimos el artículo 22 de la memoria:

> No habiendo mas cubiertas que la del salón central y siendo preciso su poco peso y empujes, construimos esta con cerchas sin tirante, curvas por su intradós apoyadas en los muros que circundan el salón y aro indeformable del tragaluz o claraboya en que dicha cubierta termina. Se entablará la parte curva superponiendo el "Ruberoid", enlistonando el trasdós para forjar con mortero de yeso refilado blanco fino tendido a la llana.

El desarrollo de la obra

El 12 de abril de 1908 sale a concurso la cimentación. La ejecución de esta primera fase para hacer solo la cimentación por un importe de 33.500 pesetas, finalizando esta parte de la obra en 42 días. El 30 de abril, San Martin presenta el proyecto con un presupuesto total de 120.000 pesetas. La segunda fase de la obra se la adjudica el mismo contratista y comienzan el 12 de julio. El 6 de abril se da la obra por finalizada inaugurándose ese mismo mes con una regata de cruceros a la vecina isla de Tenerife.

Figura 11. El edificio finalizado antes de la ejecución del zócalo de piedra y sin ninguna ampliación. Autor desconocido. Archivo Fedac.

Figura 13. Segunda ampliación realizada antes de 1927. Autor desconocido. Fondos Fedac.

Proyecto de ampliación

La obra fue modificándose durante su vida útil al ir aumentando el numero de socios y y actividades, tal y como se puede apreciar en las Figuras 12 y 13 con la ampliación de la terraza a naciente y posterior ampliación de dos volúmenes edificados.

Queremos destacar el proyecto de ampliación del Ingeniero Luis Mantoverdi del año 1927 en el que se propone una ampliación que incrementa la superficie construida el edificio en 1039 m². Si bien este proyecto no llega a ejecutarse, referimos el mismo por su interés en tanto de detalla en su memoria el estado de la estructura del edificio original cuando han pasado solo 18 años de su finalización. De hecho, en la memoria del nuevo proyecto, Mantoverdi justifica la necesidad de "consolidar la cimentación del edificio actual."

Figura 12. Primera ampliación: terraza al mar. Autor desconocido. Fondos Fedac.

En la segunda parte del proyecto de ampliación del año 1927, el ingeniero indica:

> Los pilares sobre los que insiste el edificio actual han sido atacados por el agua del mar, la cual descomponiendo el hormigón de que están formados han llegado por filtración a oxidar sus armaduras. El consiguiente aumento de volumen ha hecho que se presenten grietas las cuales favorecen naturalmente dichas oxidaciones, constituyéndose un serio peligro que de no remediarse acarrearía la ruina total de la cimentación y por tanto del edificio.

Para evitar dicha ruina, el ingeniero propone revestir los pilares, previo raspado de los mismo, con un mortero impermeable de 600 kg de cemento por m³. y con relación a la cimentación comenta: como su resistencia está muy disminuida por lo comentado anteriormente, se rodearán a todas las columnas con un macizo de hormigón hidráulico de dimensiones indicadas en plano.

Conclusión

El Real Club Náutico de las Palmas, construido entre 1908 y 1909, fue el primer edificio ejecutado completamente en hormigón armado en la isla de Gran Canaria. Por sus dimensiones, situación y uso, entendemos que debe de ser considerado una obra pionera en el uso del hormigón armado en España.

Este edificio, abrió el camino al hormigón armado en Canarias. A pesar de ser una obra iniciadora en el uso de este material compuesto y de las téc-

nicas constructivas que su utilización, la misma no ha sido adecuadamente conocida en los ámbitos sociales, profesionales o académicos ya que ninguno de los más recientes trabajos de investigación, tesis, artículos y otras publicaciones, sobre la introducción del hormigón armado en España la han recogido.

Tampoco la exposición sobre "El hormigón armado en España 1893-1936" organizada en el año 2010 por el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, que se hizo eco de las principales obras españolas de hormigón armado, tanto de ingeniería y arquitectura durante ese periodo, hizo referencia alguna a este templo.

La obra se hizo en un periodo anterior a la aparición en Europa de una legislación específica que regulara la ejecución de las obras de hormigón armado. La situación de lejanía de la isla con respecto a la península y a Europa le otorgan un valor adicional a la ejecución de esta en una técnica nueva en esos años. La escasez de recubrimientos, una inadecuada puesta en obra y un incorrecto mantenimiento obligaron a su demolición. El edificio fue demolido en el año 1965 cuando llevaba ya años sin uso por la construcción de la nueva sede del Club, con proyecto del arquitecto Manuel de la Peña inaugurado en 1956.

Notas

1. Gustavo Navarro Nieto fue fundador del periódico la Provincia y primer presidente del Club Náutico de las Palmas
2. Memoria del proyecto. Expediente Archivo de la Autoridad Portuaria de Las Palmas.

Lista de referencias

Burgos Nuñez, Antonio. 2009. *Los orígenes del hormigón armado en España.* Ministerio de Fomento.

Darias Príncipe, Alberto. 1997. *La catedral de la Laguna, arte, religión y sociedad en Canarias.* Ayuntamiento de La Laguna.

Herrera Pique, Alfredo.1997. *La ciudad de Las Palmas, noticia histórica de su urbanización.* Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria.

Martin Hernández, Alemán Hernández, López García, Martin Rodríguez. 2005. *Guía del Patrimonio Arquitectónico de Gran Canaria.* Cabildo Insular de Gran Canaria.

Martin Nieva, Helena. 2000. La introducción del hormigón armado en España: las primeras patentes registradas en este país. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.*

Ventura Rodriguez, Hugo Alberto. 2023. La catedral de La Laguna, proceso constructivo y análisis estructural de una obra pionera en el uso del hormigón armado en España. Tesis doctoral.

De la tapia al ladrillo. El pensamiento técnico en la Edad Moderna. El caso valenciano

Arturo Zaragozá Catalán
Rafael Marín Sánchez

Entre los primeros años del siglo XVII y los últimos del siglo XVIII en la ciudad de Valencia y su comarca, la Huerta, se suceden distintos sistemas constructivos. Al tradicional del sistema de muros de tapia de tierra conjuntado con elementos estructurales y ornamentales de piedra, le suceden diversas variantes de fábricas de ladrillo. Estas se caracterizan por su notable variedad de formatos, calidades y soluciones según la relevancia del edificio y otros condicionantes formales y constructivos.

Aunque resulta difícil establecer una cronología clara, por la incertidumbre que conlleva la desaparición de edificios de interés para el estudio y la exigua información documental disponible sobre el tema, parece razonable suponer que los muros de tapia valenciana pudieron evolucionar de manera natural hacia unas primeras obras de ladrillo formadas por piezas de mediana calidad dispuestas entre gruesos tendeles de argamasa.

Cabría relacionar este avance con la paulatina reducción de la sección transversal de los muros y una mayor exigencia de rigor constructivo ante el número creciente de elementos singulares que incorporan las nuevas fachadas urbanas: portadas, vanos, galerías y cornisamentos, principalmente. Además, admitía el revestimiento decorativo de los paramentos interiores que se iba imponiendo en la región con las nuevas modas «al romano» y los preceptos trentinos. De igual manera, la adopción cúpulas en el crucero de las iglesias obligó a buscar fábricas de mayor firmeza para construir los estribos.

En los lienzos exteriores, por su parte, se usaron con frecuencia trampantojos imitando fábricas latericias de mayor calidad y veladuras que, sin ocultar del todo la textura y la vibración del paramento de ladrillo visto que vuelve a ser apreciado, mejoraban visualmente su terminación (figura 01). Ello, unido a la tendencia creciente de incorporar el vocabulario clásico y otros ornamentos al diseño de las fachadas podría servir para explicar la innovación hacia las novedosas y vistosas fachadas de ladrillo cortado y aplantillado tomado con juntas mínimas de mortero, casi a hueso. La propia tradición bajomedieval valenciana pudo ayudar a aceptar esta antigua terminación romana. Aquí conviven las fábricas murarías desnudas de albañilería y las superfícies enlucidas y pintadas que, en el caso de los plementos de las bóvedas, incluso imitan el aparejo de los ladrillos (Pagliara 2007).

Así, este proceso experimental desembocó en el triunfo de la albañilería y la decadencia de los sistemas constructivos seculares de tapia y piedra de cantería. Pero el verdadero interés de estos episodios radica en su propio desarrollo. Para entender la historia de la construcción, además de conocer la secuencia evolutiva del pensamiento técnico, es necesario delimitar los condicionantes y motivaciones de todo tipo que la vertebran. Así es como la disciplina se erige en la herramienta más valiosa para preservar la autenticidad de los bienes patrimoniales. Porque los acabados a base de enlucidos o trampantojos son una

Arturo Zaragozá Catalán – Real Academia de Bellas Artes de San Carlos; Rafael Marín Sánchez – Universitat Politècnica de València

Figura 1. Fachada principal de la iglesia de santo Tomás, en Valencia. Detalle del agramilado con juntas fingidas pintado sobre la propia fábrica de ladrillo

decisión inicial del proyectista y a la vez fruto de su tiempo, en sentido amplio.

La larga duración en el tiempo de la tapia valenciana

La tapia es una técnica milenaria de construcción de muros que consiste en apisonar tierra húmeda dentro de un molde o encofrado de madera llamado tapial. Dicha técnica ha sido empleada en la Península Ibérica desde muy antiguo, tanto en la arquitectura monumental como en la popular, y de ello da noticia el escritor y geógrafo romano Plinio el Viejo (s. I dC).

La tapia valenciana es una variante local cuyas particularidades conocemos gracias a los estudios desarrollados por Font e Hidalgo (1990), Galarza (1996) y Martella (2014). La ventaja de la solución reside en sus paramentos, formados por una gruesa costra de medios ladrillos ahogados en una capa de cal pegada a las paredes del encofrado y vertida antes de introducir la tierra que forma el núcleo. La unión de los materiales es perfecta. El resultado es un muro más resistente que una fábrica de tierra monolítica y más económico que un muro de hormigón de cal, en términos de ahorro de material. Su origen parece derivar de la experimentación medieval local, aunque no pasa desapercibida su clara ascendencia técnica con el *opus emplectum* romano. Como apunta la raíz griega del término *emplecton* («trenzado o entretejido»), en ambos casos, sus hojas exteriores ejercen la contención y aseguran el correcto confinamiento de un relleno relativamente informe, de menor consistencia y estabilidad. La correcta trabazón del conjunto es esencial para resistir esfuerzos de compresión.

El trabajo de Martella (2014, 132) ofrece una tabla de características de la tapia valenciana entre los siglos XIII y el XVI que ilustra su evolución técnica según la cantidad y disposición de los ladrillos usados en la capa exterior, así como a la progresiva reducción del espesor de su sección transversal, que se limita a grosores de 35 a 55 cm en el siglo XVI. En ese momento, la tapia valenciana se acerca mucho, por sus características, a una fábrica de ladrillos aparejados.

La buena consideración de la que aún gozaba esta técnica en el siglo XVII queda subrayada por la cita de fray Lorenzo de San Nicolás (1639, 87) quien afirma que «tapias valencianas se hacen con tierra, medios ladrillos y cal, echando lechos de uno y otro; es obra fortísima». En esta época aún se levantaron numerosas fábricas de estas características en la ciudad de Valencia y su entorno. Aunque los edificios de mayor relevancia como la catedral, las grandes parroquias, o las fachadas de los palacios públicos o civiles se construían con otro tipo de *emplectum,* con paramentos de sillería, para el resto, incluyendo los muros laterales de esos mismos palacios o iglesias se siguió usando la tapia valenciana. Únicamente aquellos elementos de valor estructural como los zócalos y las esquinas, y los que poseían una doble función estructural y ornamental, como los portales y las ventanas, se realizaban con piedra de cantería.

Entre los ejemplos más tardíos, únicamente referidos a la arquitectura religiosa, que mantienen este sistema constructivo se encuentran: el convento de San José, el convento de agustinas descalzas de Santa Úrsula, ambos en Valencia, y el convento de San Diego, en Alfara del Patriarca. También se usó en partes de edificios de considerable importancia como la parroquia de san Andrés; el monasterio de san Miguel de los Reyes; la cartuja de *Ara Christi* en el Puig; la ampliación del antiguo convento del Carmen, o el colegio del *Corpus Christi* o del Patriarca. Fuera del entorno próximo a Valencia pueden señalarse entre otros la iglesia de santo Domingo en Xàti-

Figura 2. Almudín de Valencia. Fachada principal resuelta con fábricas de tapia valenciana (restaurada) conjuntada con elementos de piedra

va, el convento e iglesia de san Agustín en Castellón, el convento e iglesia del Carmen en Vila Vella, o el Convento de san José en Elche.

La arquitectura civil del siglo XVI y comienzos del XVII cuenta, si cabe, con mayores ejemplos, aunque más difíciles de datar de forma documental. En la ciudad de Valencia puede señalarse el Almudín (figura 02); la casa señorial de En Bou o la ampliación del Almudín. Y en su entorno; la casa castillo de los Aguilar en su señorío de Alaquás; y la Casa de la Sirena en Benifaraig. Debe citarse igualmente la casa palacio condal de Cocentaina. Los ejemplos en las casas señoriales de Xàtiva son numerosísimos, aunque en ellos se entremezclan las etapas que producen los innumerables cambios domésticos y confunden las construcciones originales. Pueden señalarse la casa señorial de los Ruiz de Alarcón; el Almudín y la renovación del Hospital Real. También debería considerarse la arquitectura militar entre las que se encuentran las murallas de Mascarell y las de Traiguera, ambas en la provincia de Castellón.

Es importante destacar que dicho sistema fue usado en edificios en los que el ahorro en los materiales de la obra no era una cuestión relevante. Así lo acredita su empleo en el importante convento de la Trinidad de Valencia (siglo XV), en la casa señorial de los Aguilar en Alaquás y en el colegio de *Corpus Christi* o del Patriarca, ambos del siglo XVI. Además, los tres ejemplos muestran claramente visibles al exterior sus fábricas de tapia.

A fines del siglo XVII la tapia valenciana aún parece gozar de buena salud, ya que en 1597 el convenio para la construcción de la iglesia del convento de la Sangre de Cristo entre el patriarca Juan de Ribera y el importante maestro Francesc Antón, en las capitulaciones de la obra, se señala la utilización de la tapia valenciana, sobre un zócalo de ladrillo y argamasa y cubierta con bóveda de cañón tabicada con cubierta leñosa (Pingarrón 1998, 523-533). En 1613 fray Gaspar de Sent Martí construyó la arriesgada obra de la capilla de la comunión de la iglesia del Carmen combinando una cúpula sobre esbeltos pilares de ladrillo y muros de tapia (García 1995).

El castillo-casa señorial de los Aguilar en Alaquás

Esta edificación se presenta exenta, conformando una planta cuadrada con torres en las cuatro esquinas. Las cuatro fachadas se levantan sobre un zócalo de sillería ataludado de 2 m de altura. Las torres poseen refuerzos de sillares en los ángulos, siendo los muros de tapia valenciana. La fachada principal, donde se localiza el acceso, recae hacia el este. Al sur se añade y alinea con el castillo la iglesia parroquial. Un arco desde el castillo da acceso a la tribuna de la iglesia. El templo, como el castillo, está construido igualmente con tapia valenciana, excepto sus contrafuertes y el arco de acceso a la tribuna que son de ladrillo con argamasa. En el interior, el castillo se compone de cuatro grandes cuerpos ordenados a partir de un patio de dos alturas, con elegantes arquerías de piedra de trazado rebajado en la planta baja. Las salas se cubren con una impresionante colección de casetonados y con pavimentos que señalan el fuerte empeño de la construcción y la riqueza de los promotores.

El señorío de Alaquás estuvo desde 1500 hasta 1543 en manos de Jaume García d'Aguilar, uno de los nobles más acaudalados del reino, casado en 1501 con Isabel Joan Martí de Torres de la que obtuvo una fuerte dote. Estos ingresos pudieron ser el origen de la construcción del imponente castillo-palacio, edificado en la primera mitad del siglo XVI. La iglesia, iniciada de forma coetánea, tuvo un nuevo impulso hacia 1576 (Gómez-Ferrer 1998; Algarra y Berrocal 2010; Berrocal y Algarra 2013).

El colegio de Corpus Christi o del Patriarca

Este imponente colegio universitario, que ocupa una manzana completa del casco histórico de la ciudad de Valencia, posee una particular relevancia para este argumento por la importancia del edificio y del promotor. Representa la fundación más importante del patriarca Juan de Ribera (Sevilla, 1532 – Valencia, 1611), arzobispo de Valencia, patriarca de Antioquía desde 1568 y virrey de Valencia entre 1602 y 1604 (Bérchez y Gómez-Ferrer 1995). El interés por materializar la contrarreforma católica, su excepcional cultura y el mecenazgo artístico que desarrolló hizo que tuviese una larga influencia no solo en la historia del arte, sino también en la historia de la construcción.

Para su construcción se utilizó la tapia valenciana, que resulta visible en todo el perímetro exterior. La decisión de construir con tapia de tierra pudo deberse al deseo de agilizar las obras, aprovechar los materiales y evitar el traslado del considerable volumen de los muros de tapia que hubo que demoler para construir el colegio. En cualquier caso, la economía o la falta de recursos no parecen haber determinado su elección. De hecho, su elección contrasta con la de otros costosos materiales, como las columnas de mármol de Carrara del claustro o la piedra de buena factura en las escaleras de la planta noble y de la biblioteca, de tan cuidada cantería que constituye un ejemplo famoso por su estereotomía. La iglesia parece estar construida con una sabia o práctica combinación de materiales: piedra de cantería en pilastras y arcos, ladrillo aplantillado en la cúpula y muros perimetrales de tapia.

La casa profesa de la Compañía de Jesús

Las fábricas del colegio del Patriarca no debieron ser muy distintas a las descritas en 1595 por el maestro Francesc Antón, en las capitulaciones firmadas (y no realizadas) con el prepósito de la Compañía para la construcción de la iglesia de la casa profesa en Valencia.[1] En este edificio se combinaba la tapia valenciana para los muros perimetrales y la cantería, el ladrillo y la argamasa para los contrafuertes. Este refuerzo de muros-contrafuertes se justifica por la considerable luz de los arcos, que alcanzaban 11,8 m, y la presencia de una cúpula sobre el crucero. En cualquier caso, vuelve a evidenciarse una sabia o práctica combinación de sistemas y materiales: las bóvedas de la nave eran de crucería con nervios de ladrillo aplantillado y la cubierta de madera (Pingarrón 1986, 27-34; Gómez-Ferrer 1993).

El Contrato definitivo de 1621 para la finalización de las obras de la cabecera de esta iglesia por el maestro Francesc Arboreda seguía combinado fábricas de tapia y ladrillo con argamasa, como ocurre en los casos anteriores (Gómez-Ferrer 1993).

La aparición fulgurante del ladrillo aplantillado

Durante el segundo tercio del siglo XVII se produce una completa renovación de las técnicas constructivas. Los muros de tapia valenciana dejan paso a los de ladrillo con una terminación más pulcra. Además, para resolver las cornisas y otros elementos ornamentales al exterior, se incorporan los aparejos de ladrillo aplantillado, cortado y perfilado de una cuidada textura y coloración con una junta mínima de mortero, casi imperceptible. Se descarta el uso de la piedra en los elementos estructurales y ornamentales, quedando así relegada a los basamentos de los muros y a las portadas principales.

Pero ya antes, el ya citado Colegio del Patriarca vuelve a ser protagonista en el desarrollo de esta técnica. En el contrato firmado el 8 de junio de 1593 entre Miguel de Espinosa, como delegado de Juan de Ribera, y los a*rchitectos* Miguel Rodrigo y Antonio Marona se habla explícitamente de la solución para la galería que remata la fachada (figura 03) y, acaso, de la torre campanario (Zaragozá e Iborra 2011). Aunque los elementos más austeros (los muros ya descritos) habían sido construidos con tapia valenciana, para las partes altas se optó por fábricas de ladrillo visto, cortado y aplantillado, realizadas con rigor constructivo y maestría técnica. Y también se usaron en la cúpula de la iglesia (figura 04), aunque desconocemos los pormenores de su construcción, resuelta en solo 8 meses (Gómez-Ferrer 2015, 54).

La galería está ordenada a la manera clásica con un poderoso entablamento de triglifos y métopas que recoge una rítmica composición de arquillos y estiradas pilastras. La torre campanario, de planta cuadrada, está situada en una esquina de la iglesia y está

Figura 3. Colegio de Corpus Christi (Valencia). Vista desde el sureste de la galería que corona su fachada

Figura 4. Colegio de Corpus Christi (Valencia). Detalle de la coronación del tambor de la cúpula.

formada por un cuerpo de campanas de ladrillo dispuesto sobre una corta caña. Su remate está compuesto clásicamente con pilastras, un arco en cada cara y un entablamento sobre ménsulas. En el tambor de la cúpula los vanos son rectangulares, se cierran con arcos planos de ladrillo de directriz curva de excelente factura, y quedan flanqueados por semicolumnas con éntasis y un entablamento dórico; las pilastras de la linterna son de orden jónico. Todo ello está resuelto con excelente labor de ladrillo cortado y perfilado (Zaragozá e Iborra 2011).

El uso del ladrillo en los remates de estas fábricas quizás pudo deberse a la dificultad técnica de resolverlos en piedra sobre unos muros de tapia de tierra. O quizás la fortuna de esta nueva tecnología pueda deberse a la compra por parte de Juan de Ribera en 1595 de la población de Alfara de la Huerta, o de los ladrilleros, o de Cruilles, que pasaría a denominarse Alfara del Patriarca. Esta pequeña población, cercana a Valencia, suministraba desde tiempos antiguos obra de tierra a la ciudad y a toda la zona de la huerta situada al norte del río Turia. Juan de Ribera cedió la población al Colegio en 1601. Desde entonces y hasta 1819 el rector del Colegio ejerció la jurisdicción por la que se nombran los oficios municipales de jurados, justicia, mustaçaf y bayle del lugar. Quizás esta tutela diera lugar a que el influyente Colegio del Patriarca divulgara, por propio interés, las fábricas de ladrillos especiales.

De hecho, algunas fundaciones de Juan de Ribera siguen estas características. Es el caso de la actual iglesia parroquial de El Salvador y Santa Mónica, en la calle Sagunto. Formaba parte de un antiguo convento de Agustinos descalzos fundado en 1603 con el apoyo de Juan de Ribera. La fachada es de un cuerpo rectangular dividido por pilastras y compuesto mediante placas resaltadas. En la fachada se ven arcos realizados con piezas aplantilladas. Probablemente toda la fachada sea de ladrillo para ser dejado visto, aunque actualmente está revestido con un enlucido. Existen unas grandes veneras y otros motivos decorativos realizados en ladrillo esculpido. Similar interés tiene el claustro y la torre campanario del monasterio de El Puig de Santa María, en el límite norte de la huerta de Valencia. La gran reforma de este edificio, que configuró su estado actual, fue iniciada en las últimas décadas del siglo XVI. Se sabe que Juan de Ribera colocó la primera piedra en 1590 (Benito 1983). En el claustro la fábrica es toda de ladrillo visto de excelente maestría entre lo que destaca los elegantes capiteles realizados con una perfección que supera si cabe al tradicional trabajo en piedra.

La real capilla de los Desamparados

La capilla de Nuestra Señora de los Desamparados de Valencia, construida entre 1652 y 1667, es una obra clave para la eclosión de esta técnica en el contexto valenciano. Este edificio, completamente resuelto en ladrillo y con unos acabados de gran perfección, acredita como pocos las numerosas ventajas y los amplios recursos técnicos que ofrece este material en sus diversas variantes y calidades, llegando a rivalizar con el arte de corte de piedras. Como señaló el profesor Bérchez (1995) «la importancia concedida en la fábrica de la capilla de los Desamparados al arte de la albañilería […] cobra a su vez un papel de primera importancia en el contexto de la cultura arquitectónica seiscentista hispánica».

Parece que, en la primera capitulación de la obra, hoy desaparecida, ya se acordó construir todo el edificio en ladrillo. Aunque en una modificación posterior fechada el 19 de noviembre de 1653,[2] que perfiló la obra definitiva, se estableció usar la piedra «a boca de tallante» en el zócalo, las cinco portadas de acceso y los apilastrados gigantes con el orden del hermano Bautista (Bérchez 1995) de la fachada exterior, finalmente estos últimos elementos también fueron resueltos en ladrillo, como el resto de la construcción hasta su coronación (figura 05).

Para la obra gruesa y los grandes lienzos murarios se usó ladrillo «recio» de 31x14x4 cm de color rojizo, muy similar al usado para el tapial valenciano de esa etapa, cogido con juntas de 4 a 5 cm de «buen mortero» de granulometría alta (10-15 mm). Se ordenó dejar vistos sus paramentos exteriores y «perfilar todas las juntas del ladrillo de buen mortero delgado asta el alquitrave». Al interior se ordenó enlucir «de yesso-alabastro» las paredes y que las «corniças, frisos y alquitraves, adornatos de puertas y ventanas queden de yeso pardo» para favorecer la lectura compositiva.

En el orden de los vanos del cuerpo superior, dotado de complejas columnas con éntasis y frontones quebrados, y en los complejos cornisamentos de remate, decorados con triglifos y métopas elaborados con piezas de gran formato con sogas de hasta 45 cm y gruesos de 7 a 9 cm, se recurrió a ladrillos «esmerilados», «cortados» y aplantillados o perfilados de color ocre-amarillento, elaborados con arena de Campanar[3] y colocados de manera muy precisa, con una junta mínima de apenas 2 mm que evoca un aparejo a hueso.

Pero es en el puente que conecta la catedral y la capilla donde más se evidencia esta emulación de la cantería (figura 06). La apuesta por continuar con ladrillo visto la pétrea Lonja de los Canónigos evidencia el triunfo de la nueva técnica y, acaso, de un gre-

Figura 5. Capilla de la Virgen de los Desamparados (Valencia). Vista desde el sureste del entablemento que corona su fachada

Figura 6. Puente realizado en ladrillo cortado y aplantillado que conecta la catedral y la capilla de la Virgen de los Desamparados (Valencia)

mio. Una bóveda de cañón con lunetos de precisas aristas de ladrillo amarillo cortado y junta mínima soporta una galería de vanos rectangulares resueltos con arcos planos dispuestos entre pulcras semicolumnas con éntasis y pedestal de orden toscano (Bérchez 1995; Zaragozá e Iborra 2011).

La decisión de usar estos ladrillos de tanta calidad pudo tomarse durante el transcurso de la obra porque no aparecen citados en la capitulación de 1653. Las piezas quedan trabadas a un núcleo murario de ladrillos «recios» alcanzando una profundidad máxima de un palmo. El coste de la Capilla superó los «cinquenta mil ducados» (De la Torre 1667, 21).

A pesar del dilema inicial sobre la elección de elementos pétreos o latericios que deja entrever la capitulación, su acabado final con ladrillo cortado y el blanqueado interior fueron muy alabados por el Doctor Lorenzo Borrás, predicador del sermón inaugural: «…y esa obra de ladrillo amarillo que en lo costoso y rico no cede a los mármoles […] tan ajustado que desmedida la unión, es piedra rica y extraña acompaña este género de labra» (De la torre 1663, 21).

La sustitución de elementos ornamentales de piedra por el ladrillo visto cortado se repite en otros muchos ejemplos dispersos como en el palacio de los condes de Alpuente en la calle Caballeros que, al parecer, adopta fábricas de ladrillo visto en toda la fachada por primera vez en Valencia. Las ventanas llevan pilastras de orden corintio y ménsulas-talón, frontones partidos y mascarones.

La fachada delantera de la capilla de la Comunión (1669-1674) de la parroquial de San Martín hace otro tanto (figura 07). Las ventanas y portadas que emulan los trabajos en piedra son numerosas. Pueden citarse las existentes en la alquería de Juliá, el palacio de Berbedel (1857) o el portalón de Parcent (siglo XVIII), ahora en el museo de Bellas Artes. Lo mismo sucede en el remate de la torre de San Bartolomé (1703). En este caso el cuerpo de campanas es todo él de ladrillo aplantillado y recortado con espectaculares mascarones inspirados en grabados flamencos (Zaragozá 2023).

Figura 7. Capilla de la Comunión de la parroquial de san Martín (Valencia). Vista desde el noroeste del falso entablamento que corona su fachada.

Más amplio, más resistente, más rápido

El sistema constructivo que acabaría triunfando definitivamente para edificar muros y arcos es el formado por ladrillos con gruesos tendeles de argamasa de cal. Los aleros, cornisas, vanos y la decoración se realizan regruesando y recubriendo las fábricas, pero ahora ya con revestimientos de esgrafiados, marmoleados, o estucos al interior y pintura al trampantojo de ladrillo visto, o encintados al exterior. Los acabados de piedra vuelven puntualmente a las portadas y vanos. Por otra parte, las bóvedas de crucería, los rellenos de ollas y las cubiertas planas dejan paso a soluciones muy aligeradas a base de bóvedas tabicadas de doble hoja asociadas, por medio de tabiquillos, al tablero inclinado de la cubierta de teja curva.

En contra de lo que cabría pensar, las fábricas de ladrillo tomadas con gruesas juntas de argamasa de cal ya eran conocidas en Valencia desde la baja Edad Media, aunque casi siempre con espesores reducidos o como hoja exterior de un *emplectum*. Estas podían encontrarse desde el siglo XIII, en forma de plementerías, en las bóvedas de crucería en la catedral de Valencia y en la iglesia de San Juan del Hospital; o formando arcos en las atarazanas del Grao (s. XV). Recientemente los arqueólogos Paloma Berrocal y Víctor Algarra han identificado unos muros *emplectum* medianeros de ladrillo y argamasa, datados en el

Figura 8. Antigua alquería en el barrio de Patráix (Valencia). Sección transversal de un muro *emplectum* de ladrillo de época bajomedieval

Figura 9.Monasterio de Cotalba, en Alfahuir (Valencia). Detalle de un nervio del claustro bajo

siglo XV en el interior de sendas alquerías de Campanar (alquería del Rey) y Patraix, que nos han permitido reproducir (figura 08). En el monasterio de san Jerónimo de Cotalba (figura 09), próximo a Gandía, y en toda su comarca, también parecen haber sido habituales estas fábricas a comienzos del siglo XV (Zaragozá y Marín 2015). En todo caso, su empleo parece haber sido excepcional frente a la tapia valenciana y otros tipos de *emplectum.* Hay que llegar a la capitulación de la capilla de Nuestra Señora de los Desamparados para encontrar una que señale expresamente que «todas las paredes de todas las oficinas… y de todas las demás del edificio han de ser paredadas de ladrillo y mortero» (Pingarrón 1998, 581).

El reemplazo del binomio tapia valenciana–piedra por el ladrillo con argamasa en las nuevas estructuras obtuvo un impulso decisivo en la capilla de los Desamparados, un edificio con una luz sin precedentes en el ámbito valenciano: su óvalo mide 19x14.5m. Antes, había surgido un nuevo tipo arquitectónico: la iglesia con planta de cruz y amplio crucero sobre el que se construye una, inevitablemente pesada, cúpula.

Los templos del colegio del Patriarca y de la Compañía fueron pioneros en la ciudad, pero allí se siguieron usando pilastras y arcos torales de piedra, aunque la cúpula se hizo en ladrillo y, como hemos visto, permanecían la tapia y las bóvedas de crucería en las naves. Les siguieron, a comienzos del siglo XVI las iglesias de san Miguel de los Reyes (1601) y de la Asunción de Llíria (1632), con luces cercanas a los 12 m y la presencia de piedra en su estructura. En san Miguel de los Reyes la vemos incluso en el tambor de la cúpula (Marín 2018). En realidad, la fábrica de piedra hacia lentas, costosas e inviables muchas obras. Su peso puede duplicar el de una fábrica de ladrillo. De hecho, en las bóvedas de crucería medievales en Valencia se sustituyeron, salvo casos contados, los plementos de piedra por otros de ladrillo.

Durante el último tercio del siglo XVII los muros homogéneos de ladrillo y argamasa son ya los únicos que se edifican. Estos mejoran la cohesión de las fábricas y admiten una mayor esbeltez que se refleja en los estilizados contrafuertes de este momento (figura 10). Por otra parte, la realización de estructuras más ligeras y económicas permite acometer revestimientos más costosos, una práctica común desde antiguo en la arquitectura italiana.

Junto con los muros de ladrillo y argamasa aparecen, ya perfectamente conformadas, las bóvedas tabicadas de doble hoja asociadas por medio de tabiquillos al tablero inclinado de la cubierta. En las capitulaciones se optaba por ajustar al máximo la al-

Figura 10. Iglesia de santa María del Mar (Valencia). Destacan sus esbeltos contrafuertes de ladrillo

tura de dichos tabiques, como ocurre en la iglesia parroquial de Tuéjar (Valencia), cuyo plano de cubierta resulta casi tangente a los riñones del medio cañón. Este edificio y, en general, la obra del arquitecto Juan Pérez Castiel (1650-1707), muestran que la solución citada se había generalizado en el ámbito valenciano, a fines del siglo XVII, para la construcción de iglesias. Años antes, las «Advertencias para los edificios y fábricas de los templos», promovidas en 1631 por el arzobispo de Valencia, Isidoro Aliaga, animaban incluso a evitar las estructuras de madera formando las pendientes «sobre tabiques de ladrillo que formen callejones, como se platica en muchas partes» (Benlloch 1995, 45). Dicha solución pasaría, más tarde, a la tratadística de la mano del Conde de Espie (1754) y de Manuel Fornés y Gurrea (1841, lám. VIII) (Zaragozá y Marín 2022).

Ejemplos característicos de los años finales del XVII y de comienzos del XVIII, en Valencia, son las iglesias de San Valero y de Santa María del Mar donde el nuevo arquetipo está completamente formado. Cuando se examinan las plantas de las iglesias antes citadas y las posteriores se comprueba que el transepto puede ser más o menos amplio y los pasos entre las capillas más o menos desarrollados, pero la amplitud y magnificencia del crucero cupulado es clave en su definición.

Más ligero, más esbelto

El definitivo triunfo de la albañilería permitió explorar formas más amplias, esbeltas y ligeras en cúpulas, bóvedas y torres. El uso exclusivo del ladrillo y la argamasa, sin la participación de la piedra y la madera alcanzaron hitos como los casi 25 m de luz de la rotonda de las Escuelas Pías, o la amplitud espacial de la iglesia parroquial de San Jaime de Vilareal, que acabaría dando pie a la obra de Guastavino. El itinerario de la esbeltez de las cúpulas, con momentos brillantes e instantes de desazón, lo ha historiado de forma brillante Yolanda Gil (2015). Esta última indicación muestra que más allá de la historia de los gustos artísticos, el relato de la historia de la construcción en la Edad Moderna es necesario para la comprensión y la conservación de estas obras.

Notas

1. La desaparecida iglesia de la Compañía, construida de forma temprana con la novedosa fórmula de la cruz latina en planta, con utilización de bóvedas vaídas y la notable cúpula ha sido considerada por Mercedes Gómez-Ferrer (1993), junto con la del Patriarca como una de las pioneras en adaptar esta disposición.
2. APPV, José de Rocafull, prot. n° 1759, fols. 775v-798r, publicada por Pingarrón (1998, 575-584).
3. Así se refiere a ellos Francisco de la Torre (1667, 18-20) en su descripción de la Real Capilla. Sabemos que en 1660 se le abona a Gaspar Noguera, de Campanar, el importe de la partida de ladrillos (Bosch 1995, 232). ARC, 1661, 26 de octubre. Adjudicación a Bernardo Verdet del suministro de ladrillo para la cúpula.

Lista de referencias

Algarra Pardo, V. y P. Berrocal Ruiz. 2010. «La sacristía y nave oeste de la Iglesia de la Asunción de Alaquàs. Estudio Arqueológico de estratigrafía muraría». *Vé Congrés d'Història Horta Sud*. Valencia.

Domenech, Fernando. 1983. «Real Monasterio de Santa María». *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*, v. II, 54-64. Valencia: Generalitat Valenciana.

Bérchez Gómez, J. 1995. «Basílica de Nuestra Señora de los Desamparados». *Monumentos de la Comunidad Valencian*a, 204-217. Valencia: Generalitat Valenciana.

Bérchez Gómez, J. y M. Gómez-ferrer Lozano. 1995. «Real Colegio del Corpus Christi o del Patriarca». *Monumentos*

*de la Comunidad Valencian*a,156-171. Valencia: Generalitat Valenciana.

Berrocal Ruiz, P. y V. Algarra Pardo. 2013. *Arqueologia i historia del Castell d'Alaquàs*. Alaquàs: Ajuntament d'Alaquàs.

Bosch Reig, I. 1995. *Real Capilla de la Virgen de los Desamparados de Valencia, análisis tipológico y constructivo*. Tesis doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.

De La Torre, F. 1663. *Reales fiestas que dispuso la Noble, insigne, coronada y siempre leal ciudad de Valencia, a honor de la milagrosa imagen de la Virgen de los Desamparados en la translación a su nueva sumptuosa Capilla. Dedícalas a la misma ciudad*. Valencia: Gerónimo Vilagrasa.

De La Torre, F. 1667. *Reales fiestas a la soberana imagen de la Virgen de los Desamparados en la translación a su nueva sumptuosa Capilla. Mandadas celebrar por la augusta piedad de la reyna nuestra señora Mariana de Austria*. Valencia: Gerónimo Vilagrasa.

Fornés y Gurrea, M. 1841. *Observaciones sobre la Práctica del Arte de Edificar.* Valencia: Imp. de Cabrerizo.

Font, F. y P. Hidalgo. 1990. *El tapial. una técnica constructiva milenaria*. Castellón: Colegio de aparejadores de Castellón.

Garcia Hinarejos, D. 1995. «Iglesia y Convento del Carmen». *Monumentos de la Comunidad Valencian*a, 130-139. Valencia: Generalitat Valenciana.

Galarza Tortajada, M. 1996. «La tapia valenciana: Una técnica constructiva poco conocida». *Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 211-215. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Gómez-Ferrer Lozano, M. 1993. «La iglesia de la Compañía de la ciudad de Valencia. El contrato para la finalización de las obras de su cabecera en 1621». *Archivo de Arte Valenciano*, LXXIV, 56-68.

Gómez-Ferrer Lozano, Mercedes. 2015. «Luces y sombras en algunas cúpulas valencianas de Época Moderna. A propósito de la construcción de linternas». *Saperi a confronto*, 47-65. Palermo: Caracol.

Gil Saura, Y. 2015. «El miedo a levantar las cúpulas en la arquitectura valenciana del siglo XVIII: los tambores». En *Saperi a confronto*, 149-163. Palermo: Caracol.

Lerma Elvira, C. 2012. *Análisis arquitectónico y constructivo del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

San Nicolás, fray Lorenzo de. 1796 [1639]. *Arte y uso de arquitectura*. Madrid: Plácido Barco López.

Marín Sánchez, R. 2018. «Aspectos Constructivos de las Bóvedas Levantinas de Albañilería (s. XV-XVI) a la luz de las obras y los documentos». *Ecos culturales, artísticos y arquitectónicos entre Valencia y el Mediterráneo en Época Moderna*, 71-90. Valencia: Universitat de València.

Martella, F. 2014. *La tapia valenciana: estudio y caracterización en ejemplos destacados de edificios históricos*. https://riunet.upv.es/handle/10251/48373.

Pagliara, Pier Nicola. 2007. «Construire a Roma tra Quattrocento e Cinquecento». *Storia dell'architettura como storia delle tecniche construttive,* 25-73. Venezia: Marsilio.

Pingarrón Seco, F. 1998. *Arquitectura religiosa del siglo XVII en la ciudad de Valencia*, 575-584. Valencia: Ajuntament de Valencia.

Pingarrón, F. 1986. «A propósito de la arquitectura de la primitiva iglesia de la Compañía de Jesús en Valencia». *Archivo de Arte Valenciano, LXVII,* 27-34.

Zaragozá Catalán, A. 1995. «Real Monasterio de la Trinidad (Valencia)». *Monumentos de la Comunidad Valenciana,*140-149. Valencia.

Zaragozá Catalán, A.. y F. Iborra Bernad. 2011. «Fábricas de ladrillo aplantillado, cortado y perfilado en Valencia durante la Edad Moderna». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción,* 1489-1498. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Zaragozá Catalán, A 2012. «Hacia una historia de las bóvedas tabicadas». Construyendo bóvedas tabicadas. *Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicada*s, 205-223. Valencia: Editorial UPV.

Zaragozá Catalán, A. y R. Marín Sánchez. 2015. «El monasterio de San Jerónimo de Cotalba (Valencia). Un laboratorio de técnicas de albañilería (ss. XIV-XVI)». *Actas del IX Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 1793-*1802. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Zaragozá Catalán, A. y R. Marín Sánchez. 2022. «Tabiques, enjutas, costillas y callejones: otra forma de ver las bóvedas tabicadas» *Construyendo Bóvedas Tabicadas II*, 66-83. Valencia: Editorial UPV.

Zaragozá Catalán, A. 2023. «Los talleres de escultura de la Sala Nova, o Salón de Cortes, del Palau de la Generalitat». *Palau de la Generalitat. Nuevas miradas, últimas intervenciones, v. 2. Sala Nova o Salón de Cortes*. Valencia: Generalitat Valenciana.

De bosque y canteras al Movimiento Moderno: nacimiento y desarrollo del vecindario del Vedado

Lynne Zayas Rubio

Pasados poco más de tres siglos de su fundación, la ciudad de San Cristóbal de La Habana había alcanzado su desarrollo máximo dentro de los confines de su muralla, en la costa Este del Puerto de Carenas. La urbe enfrenta por primera vez una demografía en ascenso[1], bajas condiciones de salubridad y una creciente actividad comercial e industrial que satura sus calles; lo que impulsa a la burguesía a buscar otros lugares de asentamiento.

Precisamente, es en la zona extramuros hacia el Sur y Oeste de la ciudad donde comienzan a desarrollarse las zonas de residencia de veraneo del sector más pudiente habanero, adoptando patrones urbanos y residenciales distantes de los que existían en la ciudad intramuros. Así surgen las Quintas de Recreo en el vecindario del Cerro: construcciones de amplios jardines frontal y laterales, de uno o dos niveles con portales en sus cuatro fachadas, que otorgaban a sus propietarios la privacidad que no poseían en sus palacetes coloniales. Sin embargo, la urbanización del Cerro no tuvo la flexibilidad de adaptarse a la modernidad que el sector acaudalado demandaba, ni ofrecía el recurso siempre añorado por los moradores habaneros: el mar.

Por otro lado, la costa Norte extramuros de la Ciudad de La Habana había pasado de ser una zona de acceso *vedado*[2] para la población, a ser un espacio dominado por un conjunto de fincas: El Carmelo, El Vedado, Medina, Sigler y Rebollo; dedicadas a la agricultura, el pastoreo, la extracción de minerales y materiales para la construcción, siendo las canteras de cal y de piedra las más comunes.

En 1859 y 1860 es presentada al Ayuntamiento de la Ciudad la iniciativa urbanizadora del Conde de Pozos Dulces y José Domingo Trigo, para las fincas El Carmelo y El Vedado respectivamente; las cuales constituyen una alternativa criolla para el asiento de la rica burguesía habanera siguiendo la modernidad y comodidad del tren como medio de transporte. Para 1860 habían sido aprobadas ambas propuestas de urbanización, comenzando así el surgimiento de uno de los barrios más codiciados por la población habanera.

El barrio de finales del siglo XIX e inicios del XX

Los planos, secciones y perspectivas presentados por el ingeniero civil Luis Iboleón Bosque ante el Ayuntamiento de la Ciudad permiten establecer los patrones que marcarían la urbanización del Vedado a lo largo de su desarrollo:

La propuesta consistía en un trazado de manzanas regulares de forma cuadrada, de 100 metros de lado giradas a 45 grados respecto al norte, a favor del régimen de brisas predominante. Se establecía la obligatoriedad de las edificaciones de retranquearse respecto a la línea de calle, dejando un jardín delantero de 5 metros de ancho, y un portal de 4 metros de ancho. La lotificación era en forma de esvástica, cada manzana se subdividió en cuatro partes iguales con

Lynne Zayas Rubio – Arquitecta independiente

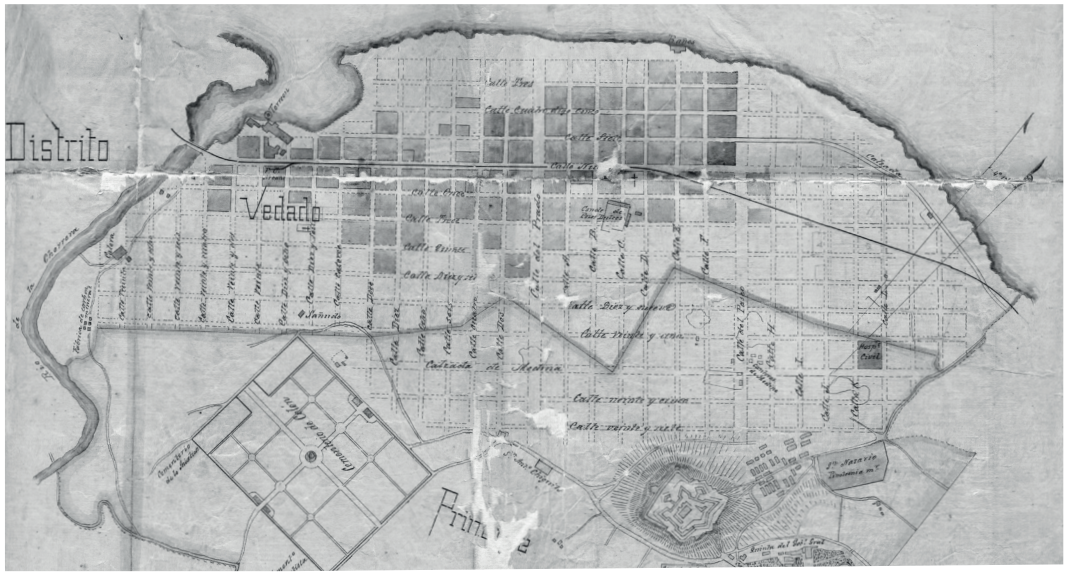


Figura 1. Inicios de ocupación de El Vedado alrededor de la calle Línea, ca.1888. (Foto cortesía del Archivo Nacional)

tres parcelas cada una, siendo las parcelas esquineras de mayor dimensión, quedando un total de 12 solares por manzana. Todas las calles se proyectaron con arbolado en parterres, y amplias aceras. Se concibió una calle principal para el paso del ferrocarril urbano con un ancho de 25 m, que era la actual calle Línea.

Se planificó la reserva de diez manzanas y media completas para su uso como equipamientos, que estuvieron enfocados en servicios de carácter social mayormente, mercados, parque, iglesia, colegio, hospital y la estación del ferrocarril que se ubicó en dos manzanas en Línea entre 18 y 22. La existencia del ferrocarril urbano, como característica fundacional de la zona, suscita gran relevancia para su entendimiento. Fue definido un recorrido principal a lo largo de la Calle No. 9, desde la estación El Carmelo en su extremo más occidental, que más tarde se complementó con otros recorridos dentro de la urbanización pasando por equipamientos importantes. Inicialmente era de tracción animal, hasta que en el año 1875 se sustituyó por máquina de vapor.

Ya desde estos inicios se estableció la denominación de las calles por números, y posteriormente con el proyecto para El Vedado se incorporan las letras a partir de la calle Paseo. El plano de El Vedado presentado en 1877, detalló e incorporó otros elementos como las grandes avenidas arboladas de calle Paseo y G, que constituyen ejes monumentales fundamentales de la propuesta. Además, se aprecia una ruptura con la homogeneidad de la retícula producto de la inflexión de las calles Línea y Calzada que condicionaron manzanas de formas triangulares, trapezoidales y rectangulares. En total se guardaron unas cinco manzanas enteras para la creación de espacios públicos que tomaron las características del «tradicional parque republicano». Por su parte el crecimiento hacia el sur, luego de la fundación de los repartos Medina, Rebollo y otros de extensión menor, generó la emergencia de una vía principal adicional, en una orientación paralela al litoral, que sería la actual calle 23 o Calzada de Medina. (Cabrera Rodríguez y O´Farrill Nuñez 2024)

En 1861 fueron promulgadas las «Ordenanzas para la ciudad de La Habana y pueblos de su término municipal», las cuales ratifican las características del barrio como ideales para replicar en las urbanizaciones que le seguirían tras la demolición de la muralla en 1863. Para 1877 se habían planeado y lotificado un total de 263 manzanas consolidándose así el barrio del Vedado.

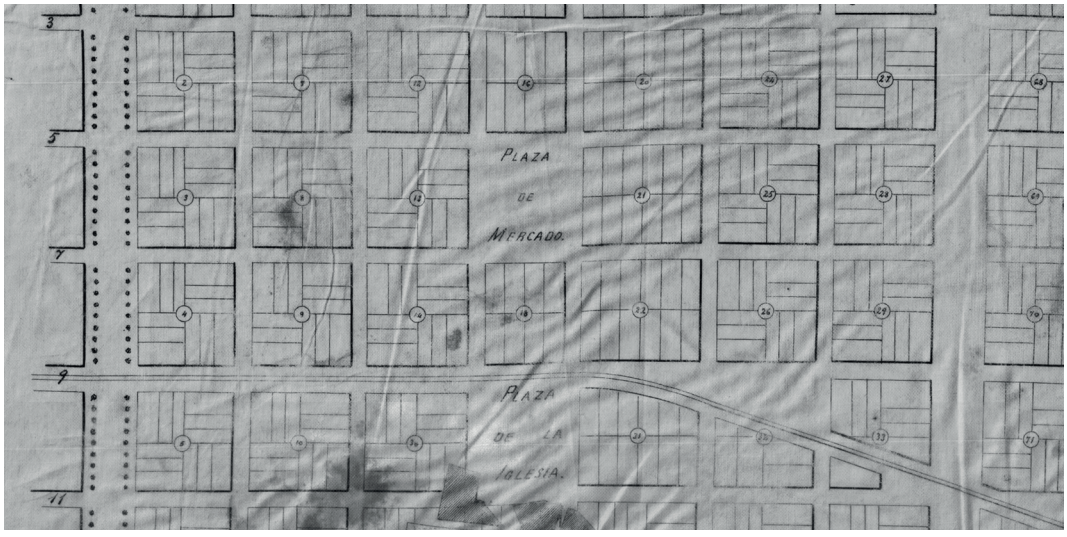


Figura 2. Parcelación del Vedado, siglo XIX. (Foto cortesía del Archivo General Militar de Madrid / Biblioteca Virtual de Defensa)

Calles y parterres

En el Carmelo y el Vedado el desarrollo de sus calles estuvo equilibrado mediante la definición de ejes de «primer, segundo y tercer orden[3]» (Sandoval y García 1914), que permitían jerarquizar las circulaciones, los servicios y también las construcciones. Originalmente las calles Línea, Paseo y G, fueron las de mayor importancia mientras que el resto de las 48 calles que conformaron estos barrios fueron tratadas como vías de *segundo* y *tercer orden* de tierra, que limitaban con los parterres al borde de las aceras sin contenes ni badenes. En el caso de que hubiese tranvía en alguna de estas sendas de *segundo* y *tercer orden*; entonces, este era ubicado en uno de los extremos de la vía.

La calle Línea fue el eje que impulsó la urbanización debido a que continuaba el trazado que empleaba el transporte público[4] conectando la ciudad amurallada con la ribera Este del río Almendares. Por ello fue diseñada como una vía de *primer orden* con 25 metros de ancho, un carril a ambos lados para la circulación de doble sentido de los carruajes, reservando la sección central de 12 metros para la circulación del tranvía. En el siglo XIX esta calle fue conformada y nivelada a pisón permaneciendo de tierra y grava en toda su extensión; y fue el punto de partida para la construcción de los primeros inmuebles, los cuales se establecieron en las primeras tres manzanas al Sur y al Norte de este eje.

Las sendas que marcaban los límites de las urbanizaciones del Carmelo y del Vedado, Avenida Paseo y calle G respectivamente, en sus inicios eran un conjunto de senderos cuesta arriba que vinculaban las

Figura 3. Calle Calzada en 1899. (Archivo personal de la autora)

diferentes sendas de *segundo* o *tercer orden*. Estos caminos no presentaban pisón o labor de nivelación alguna y eran empleados por los vecinos ya fuesa a pie[5] o en uso de su medio de transporte privado. Hacia finales del siglo XIX fueron remozados como paseos urbanos con 52 metros de ancho total y amplios espacios públicos al centro de la vía abarcando un espacio de 25 metros de jardines, caminos y áreas de descanso destinados al recreo y ocio de la comunidad.

En 1902 quedaría constituida la República de Cuba independiente del dominio español y muy influenciada por el gobierno de Estados Unidos de América. Bajo esta influencia se desarrollan un conjunto de campañas de saneamiento que tendrían como resultado último la constitución de las Ordenanzas Sanitarias en 1914.

Como parte del reordenamiento sanitario del barrio se realizó una enorme campaña de remozamiento de las calles y avenidas. Destacándose, la instalación de un sistema de alcantarillado que permitía la evacuación de las aguas pluviales en todas las esquinas; la construcción de las aceras de 1.5 metros de ancho con parterre como un ponche cuadrado o rectangular de aproximadamente un metro de ancho, confinado entre el contén y la zona de tránsito de la acera; completamente ejecutado en hormigón de dosificación 1:2:3 (una porción de cemento, dos de arena y tres de piedra), siendo uno de los primeros usos del Cemento Portland a escala urbana; y adornado con hermosos árboles que luego ayudarían a la sombra y confort climático de la urbanización.

Por otro lado, la arquitectura *vedadense*[6] se afianza en su modalidad de manera exenta en el lote, lo que repercute en la existencia o no de un muro o pilar en las esquinas para colocar el nombre de las calles. Esta incertidumbre promovió el que se colocaran hermas[7] para identificar las avenidas y calles en las esquinas norte y sur de cada intersección, siendo la primera vez que se empelaba este método para la orientación del público general en la ciudad. Estos hermas eran y son, unos monolitos de hormigón o terrazo con geometría conformada por un prisma de base cuadrada de 0.40 metros de lado coronado con una pirámide de 0.20 metros de altura, sobre cuyos lados se pintaba o se grababa el nombre la calle o avenida.

Se pavimentaron las avenidas y calles con adoquines[8] de piedra basáltica azul noruega y patas de elefantes[9], que tenían como soporte una capa de tercio compactado a modo de solera de 0.5 metros mínimos de espesor (siendo mayor en las calles sobre antiguas canteras y furnias, o en topografías de colinas) y otra de 0.15 a 0.20cm de arena sílice compactada. Además, se siguieron patrones de colocación diferentes en los cruces de esquina con avenidas y calles de *primer* y *segundo orden* y en las intersecciones entre calles de *tercer* orden, siendo estos los siguientes: en las intersecciones con avenidas de *primer orden* se coloca una hilera de patas de elefantes conectando las esquinas, dejando el centro de la intersección para la colocación de adoquines en hilera continua rotada a 45 grados; mientras que en las calles y avenidas la colocación era en hilera continua perpendicular al borde de la vía. En intersecciones de calles de *segundo* y *tercer orden*, se eliminan las patas de elefantes manteniéndose el resto de los elementos. Con un costo de 18 centavos y 10 centavos de dólar por adoquín y pata de elefante respectivamente, y una extensión cerca de 38 900 metros lineales; esta inversión constituyó una de las más costosas realizadas en pavimentación hasta el momento.

En 1914 se estipula la obligatoriedad de dejar pasillos laterales entre los edificios vecinos de mínimo 0.70 metros de ancho y conservar un coeficiente de ocupación del suelo de mínimo 33% libre en el lote

Figura 4. Adoquines y patas de elefantes en la intersección de calle 17 y calle H.

(DPPF-CH y OHCH 2007); provocando que la trama urbana fuese más permeable y, por tanto, convirtiendo al Vedado en uno de los barrios más frescos de la ciudad.

Con la llegada del automóvil en 1898 comienza una nueva etapa para la ciudad de La Habana, marcada por la pavimentación de las grandes avenidas y ejes fundamentales de circulación con asfalto, aunque se mantenían las líneas del tranvía en convivencia con las del nuevo vehículo. Finalmente, en 1952 con la sustitución del tranvía por el ómnibus, los vestigios de las líneas férreas y los adoquines azules fueron sepultados o removidos para dar paso a las calles totalmente asfaltadas. Hoy, solamente se pueden apreciar las calles azules[10] en tres tramos de vías equivalentes a 300 metros lineales.

La arquitectura de sus inmuebles

Desde la concepción del Carmelo y el Vedado, su arquitectura estuvo pautada por la presencia de jardines frontales de cinco metros de profundidad, seguidos por cuatro metros de portales, que daban paso a la vivienda de no más de dos niveles. Solamente podía existir un inmueble unifamiliar por lote, siendo los lotes de esquina los más amplios en la disposición de esvástica de la manzana. La posibilidad de erigir una residencia sin muros colindantes o medianeros fue uno de los tantos encantos que esta nueva urbanización. Esto, sumado a la aparición de la empresa de Préstamos y Depósitos[11] y a la iniciativa de los propietarios de los terrenos parcelados que, ante la poca venta de los mismos, decidieron entre otras medidas: la de realizar de un descuento anual del 5% al valor del solar[12] si el comprador se comprometía a construir en el término de un año; provocaron que la alta clase habanera y su clase media alta se desplazara hacia sus terrenos. Para finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, el Vedado comienza a ser habitado por figuras importantes en los ámbitos políticos y económicos del país, así como militares retirados de las guerras independentistas cubanas, funcionarios del gobierno interventor estadounidense[13] e inmigrantes.

A modo de *chalets y bungalows* estadounidenses, las primeras construcciones fueron conformadas con estructuras de pie derechos soportando cubier-

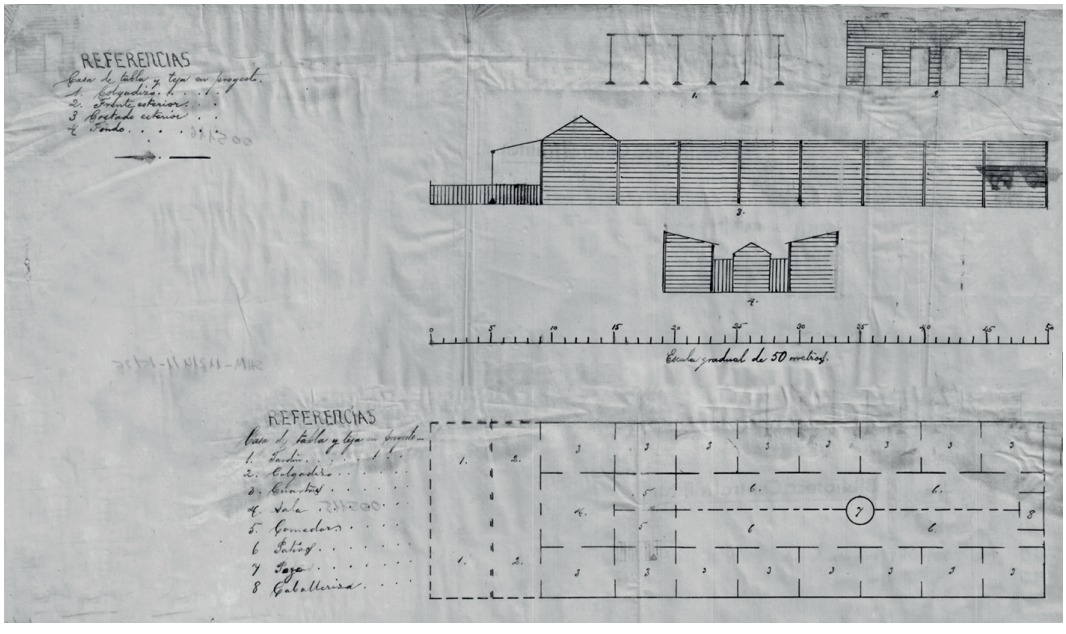


Figura 5. Proyecto de inmueble de tablas y tejas, finales del siglo XIX. (Foto cortesía del Archivo General Militar de Madrid / Biblioteca Virtual de Defensa)

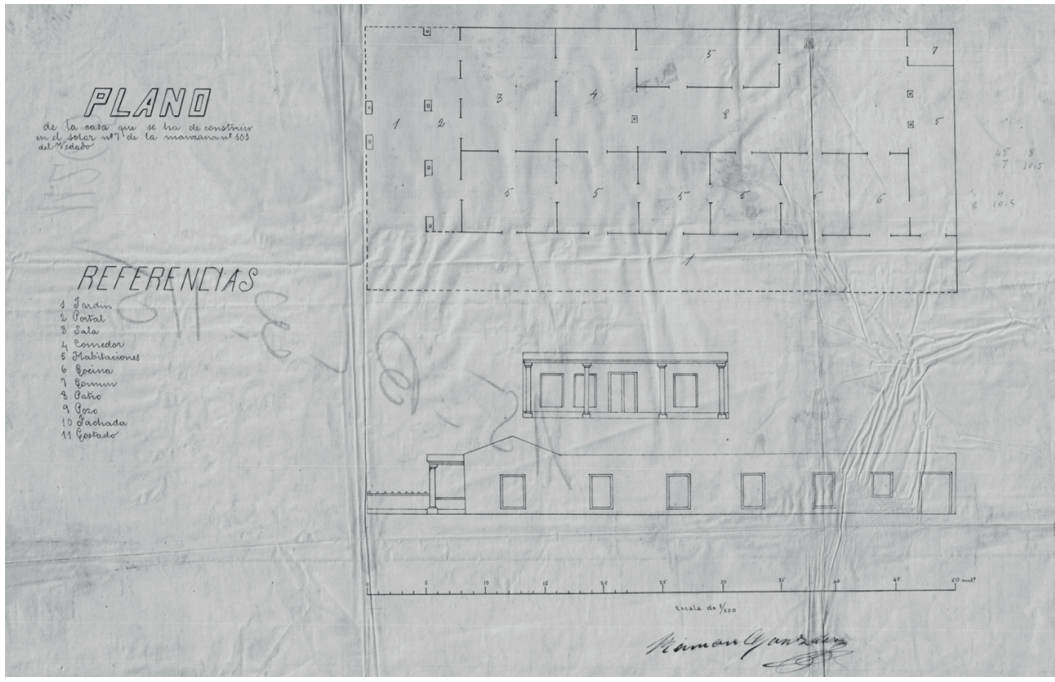


Figura 6. Chalet a construir en el lote Nº.7 de la manzana 101 del Vedado, finales del siglo XIX. (Foto cortesía del Archivo General Militar de Madrid / Biblioteca Virtual de Defensa)

tas de *lima bordón pares* (Albanécar 2025) para cubrir los espacios de sala, habitaciones, cocina y comedor. El portal se solucionaba con un colgadizo sobre pie derechos que proveía de sombra y cobijo al acceso principal de la vivienda, mientras aportaba un espacio familiar con vistas al jardín y la calle. Fueron las tablas de madera, fundamentalmente de Cedros, Caobas nativas y Pinoteas, el recurso local por excelencia para cerrar el perímetro de las construcciones y realizar la tablazón. En la cubierta se colocaría además «tejas de zinc pintadas de rojo» (Llanes Godoy 2013), tejas francesas o criollas para finalizar la impermeabilización. Estas construcciones se desarrollan hacia el centro de la parcela o en medianería, aprovechando al máximo el área construible del lote.

La bonanza económica del período de vacas gordas[14] hizo que la morfología de las residencias adoptara definitivamente la ubicación exenta en el lote como distribución fundamental. Las mismas cambian en cuanto a tamaño, decoración y códigos formales; siendo diferenciada la vivienda de la clase media con la de la clase alta, no sólo por su valor monetario en venta que podría variar desde 65, 000.00 pesos[15] hasta 187, 000.00 pesos; sino por los nombres chalets o residencias, siendo la primera más modesta y económica en cuanto a dimensiones, jardines y materiales; mientras que la segunda era grandiosa en todos los aspectos. Ambas poseían elementos comunes como los jardines al frente y fondo del lote; pasillos laterales; los accesos a caballerizas o posteriormente, al *carporch*; mientras que se diferenciaban en los portales que eran jerarquizados y adornados con muros bajos perimetrales con pilares y verjas de hierro fundido de forjados sencillos o complejos simulando un encaje; a su vez que los jardines y accesos eran pavimentados con losas de barro cocido de proporción cuadrada de 0.20 cm de lado para las viviendas más modestas; y adoquines de granitos amarillos o grises como en la residencia de los marqueses de Avilés en calle 17 (Menéndez, Madeline; 2020), o adoquines de mármol banco de Carrara como en la «Villa Lita»[16] en avenida Paseo en las residencias de propietarios más acaudalados.

Eran ambas, de una o dos plantas, elevando la planta baja o principal sobre un basamento de entre 0.60 a un 2.5 metros de altura, que las separaba del nivel de la calle y del jardín, y que poseía en todo su perímetro una hilada de ladrillos *panetela*[17] desde la cimentación hasta el límite con el terreno para separar los muros del basamento de la humedad causada por el terreno. Además, tanto en planta baja como en la alta, era recurrente el empleo de carbón como aislante de la humedad para los pisos interiores de las moradas siendo esta capa de mínimo 0.40 metros de espesor.

Los accesos de estas residencias eran a modo de escalera que podía ser sencilla de madera o suntuosa de terrazo o mármol blanco de Carrara, que ayudaba a salvar las diferencias de altura entre el basamento y el terreno. Estaban a su vez resguardados por una balaustrada perimetral conformada con verjas de hierro fundido y pasamanos de madera o mármol de igual calidad que el acceso, o de albañilería de ladrillo y estuco. En caso de existir un segundo nivel, el portal podría tener columnas o pilares de sillares o ladrillo conectadas entre sí mediante arcadas de medio punto o arquitrabes de timbas[18] o perfiles metálicos estucadas con decoraciones neoclásicas.

El desarrollo de las fundiciones habaneras a inicios del siglo XX de conjunto con el despertar de la arquitectura ferro-vítrea en Europa, provocó que algunos propietarios de grandes fortunas adornaran sus portales con columnas de hierro fundido de base y capitel dórico o jónico con fuste de sección variable de 0.25 metros a 0.18 metros de diámetro, completamente elaboradas en talleres de producción nacional como fue el caso de las residencias de la familia Blanco Herrera[19] en calle Línea y la Familia Hidalgo Conill[20] en la esquina de calle 11 y Paseo. En las décadas posteriores, muchas de estas residencias cubrirían dichos elementos metálicos para conformar pilares de albañilería acordes a los patrones impuestos por la arquitectura ecléctica de la época.

Para 1920, a 60 años de su fundación y a pesar de estar prácticamente edificada, la barriada se modificaba otra vez para adoptar la impronta de los tiempos que corren. Se habían construido desde su ribera dos puentes para cruzar el río Almendares y expandir la ciudad aún más al Oeste, manteniendo sus cánones, pero ampliando las dimensiones de las lotificaciones. Por otro lado, el coche se había tornado fundamental para la vida diaria, por lo que la función de garajes se torna en una de las principales modificaciones realizadas a las residencias, sustituyendo las antiguas cocheras y ampliando uno de los pasillos laterales a más de dos metros de ancho para permitir el acceso del vehículo al fondo de la parcela.

Precisamente en esta década ocurre la aparición de la tipología de las «casas de apartamentos[21]» (Cabrera Rodríguez y O´Farrill Nuñez 2024) y edificios altos de hasta cinco niveles para albergar la función residencial y hotelera; impulsado por el incremento del valor del suelo, el aumento demográfico de la urbanización y el ascenso de los visitantes a La Habana debido a la instauración de la Ley Seca en los Estados Unidos. Que el crimen organizado estadounidense encontrara en la ciudad el «escape» perfecto para sus negocios de ocio y recreación también marcó un impacto notable en la construcción de edificaciones en sitios jerárquicos de la urbanización como fuese el caso del Hotel Presidente (1928) niveles y el Hotel Nacional (1930); ubicados en calle G con 10 niveles y sobre los terrenos de la antigua Batería de Santa Clara con 8 niveles, respectivamente.

Del Art - Decó a las torres del Movimiento Moderno

En las décadas de los años 30 y 40 del siglo XX ocurre una ruptura en la arquitectura por parte de los profesionales del sector de la construcción en aras de lograr innovaciones estilísticas y en los programas a ejecutar. Si bien la arquitectura de residencias de uno o dos niveles en esta etapa sería ejecutada con materiales más austeros: ladrillos, bloques, primeros hormigones reforzados, cerámicas sevillanas, estucos venecianos, mármoles (fundamentalmente blanco de Carrara), mosaicos hidráulicos, entre otros, y tendría tiempos de ejecución más cercanos a los tradicionales y similitudes con las construcciones precedentes; la tipología de edificios multifamiliares de entre cuatro y cinco niveles sería la respuesta a las necesidades del modo de vida y las capacidades económicas de las familias de la época. Estos, construidos en un inicio con estructuras metálicas remachadas o soldadas, revestidas luego con albañilería de ladrillo, bloque u hormigón; y respondiendo a los estilos del Art-Decó, el Streamline y el Movimiento Moderno, cambiaron el perfil de la urbanización en menos de 20 años.

De todos ellos, el Edificio López Serrano, finalizado en 1932 con 14 niveles de altura fue el edificio residencial más alto del Vedado hasta la construcción del FOCSA en 1956. Sería erigido con estructura de acero estándar estadounidense (Acero A36) soldada *in situ* para luego ser revestido con ladrillos de una pulgada (25 mm) de espesor, lo que agilizaba notablemente los tiempos de ejecución. Fue pionero en vincular espacios para negocios en planta baja con residencias en su torre; poseer ascensores para el confort de sus residentes; y en la atención al detalle que se mostraba desde los enchapes de mármoles marroquíes y terrazos de sus espacios comunes, hasta el diseño de los herrajes de las carpinterías y las luminarias interiores que mostraban en bronce la geometría propia del estilo. Por primera vez también, se contrata a un artista de la plástica para realizar parte de la decoración interior de un edificio residencial: Enrique García Cabrera y su relieve de alpaca «El Tiempo» (Sigarroa y Menéndez 2016) se convierten en el hito atemporal del recibidor del edificio.

Con esta nueva tipología en altura, se introduce el patinejo para poder trasladar las redes técnicas entre los diferentes niveles y dotar de iluminación y ventilación a los espacios de servicios de los apartamentos. Surgen los cuartos de lavado que, de conjunto con los espacios sanitarios y la cocina; conforman el bloque húmedo del apartamento, el cual se ubica generalmente hacia el Sur, la fachada de mayor asoleamiento; mientras los espacios familiares y de ocio se ubican al Norte, la fachada más ventilada.

A inicios de la década de 1950 se implanta por parte del gobierno, un conjunto de medidas para fomentar el movimiento del capital financiero entre las que destacan: la Ley de Propiedad Horizontal (1952) y la Ley – Decreto de Fomento de Hipotecas, también conocida como Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA, 1953). La primera establecía la posibilidad de considerar un apartamento, una porción de un piso o más de uno, con acceso independiente a la vía pública; como propiedad individual siendo objeto de toda clase de actos jurídicos con independencia del edificio al cual perteneciese (Rouco, Muñoz y Fernández 2023). Mientras que la segunda promovía la fabricación de viviendas y sus pagos con plazos mensuales, que incluían intereses y amortizaciones, mediante la supervisión del avance de la construcción; y la emisión de bonos inmobiliarios exentos del pago de toda clase de impuestos, tasas y contribuciones a favor del Estado, Provincia o Municipio. Esto resultó en una furia inmobiliaria que transformó definitivamente la silueta de la ciudad y la fisonomía del Vedado con la inclusión de más de 50 torres dedicadas a servicios y residencias; siendo 11 de ellas de más de 20 niveles de altura.

Por otro lado, las condiciones climatológicas propias de la ciudad de La Habana, demandaron una atención detallada en estas edificaciones del componente estructural; puesto que debían ser capaces de soportar vientos huracanados de 250 km/h sin comprometer la durabilidad exigida por las normas de construcción vigentes[22] de una edificación residencial.

El Movimiento Moderno será el estilo adoptado para la construcción de las torres, las cuales se erigirán respetando las regulaciones de jardín y portal estipuladas desde el siglo XIX. La sencillez formal del estilo permitía lograr volúmenes verticales atractivos sin sacrificar una distribución interior confortable donde los espacios cada vez más se entrelazan: el comedor es un espacio continuo con la sala, que en muchas ocasiones se abre a una terraza o balcón con vistas panorámicas de la ciudad más abajo; creando espacios abiertos de convivencia familiar.

Este estilo también permite una flexibilidad importante en términos estructurales dado a que estos elementos forman parte de los espacios de convivencia diaria. Por ello, un 89% estas edificaciones presentan la estructura planteada en un sistema porticado de columnas y vigas de hormigón armado con secciones rectangulares o circulares variables entre los 0.6 x 0.6 metros y los 0.6 x 0.9 metros, y aceros de refuerzos de espesores entre Ø 1” (25mm) y Ø 1 -1/4” (32.3mm), con cercos con de espaciamientos mínimos reglamentados de 0.10m de distancia y comúnmente elaborados con acero Ø 3/8” (10mm). En los casos de las torres de más de 15 niveles, es válido destacar el empleo de los tímpanos de circulación vertical y *shooters*[23] conformados por paredes de ladrillos colocados a citarón en los espacios libres entre columnas y vigas para incrementar la rigidez ante la torción de las estructuras en presencia de vientos fuertes y huracanados; así como la unión entre bloques por medio de vigas para lograr la estabilidad de un edificio más ancho ante semejantes cargas de viento.

La presencia de parqueos soterrados y semi – soterrados, permitió justificar el empleo de balsas de ci-

Figura 7. Vista panorámica del Vedado con sus chalets, residencias y torres. Agosto 2025.

mentación en las zonas bajas del Vedado donde el suelo es cavernoso o de baja resistencia, mientras que en las zonas altas se empleaba el método de hinca de pilotes para buscar el sustrato resistente. Para edificios multifamiliares se estipulaba que se le otorgara el privilegio del estacionamiento solamente al 30% de los apartamentos; razón por la en los basamentos de las torres, quedaba aproximadamente un 25% del área libre para los cuartos de máquinas de bombeo hidráulico y los paneles de electricidad y corrientes débiles. El sistema hidráulico fue otro aspecto que se benefició de las cimentaciones en balsa o de la topografía puesto que cada una de las edificaciones en altura cuenta con una cisterna cuya dimensión es como mínimo la mitad del área del edificio. Desde la cisterna se bombeaba directamente a los apartamentos de propiedad horizontal de los edificios de alto *standard* por medio de un sistema de hidroneumáticos que funcionaba las 24 horas del día. Mientras que edificios multifamiliares de clase media con tres o cinco apartamentos por piso, se bombeaba el agua hacia un tanque elevado para luego ser distribuida por gravedad hasta cada una de las residencias.

En enero de 1959 ocurre el Triunfo de la Revolución deteniendo totalmente el modelo de desarrollo urbano e inmobiliario regente hasta entonces. Si bien edificios multifamiliares fueron construidos durante el Movimiento de Microbrigadas[24] desarrolladas en las décadas del 70 al 90 del pasado siglo, sus largos períodos de ejecución y su morfología de edificios de no más de cinco pisos, no mellaron la fisionomía del barrio. Las torres, por otro lado, no volverían a ser desarrolladas hasta pasados 60 años de ese entonces.

Conclusiones

El barrio del Vedado con su trama regular de manzanas cuadradas, parterres, calles, avenidas, chalets, residencias, edificios multifamiliares, torres y un abanico inmenso de estilos y gustos; preserva aún restos de su gloria para el ojo curioso. Todavía es fuente de celo de los vecinos de barrios anteriores a su diseño y anhelo del residente que prefiere tener una vida sin necesitar del transporte privado o colectivo.

Las pautas urbanísticas y arquitectónicas desarrolladas y experimentadas en el refugio de sus hectáreas, siguen siendo referencia para los profesionales de la construcción nacionales e internacionales. Sin embargo, a 166 años de su fundación, la urbanización que sentó pautas para el desarrollo de nuevas ciudades desde el Occidente hasta el Oriente de Cuba, está siendo amenazada por el creciente desinterés gubernamental en la preservación de sus valores y en la exigencia del cumplimiento de sus regula-

ciones. Hoy más que nunca, las palabras de Dulce María Loynaz retumban cual eco por sus paseos, calles y avenidas:

> El Vedado era una esencia, un espíritu un ser fundido en nuestro ser, que cuando lo perdimos, no fue sin sentir que dejábamos de ser un poco nosotros mismos, y aún prescindiendo de estas finuras de la sensibilidad… ¡Cómo olvidar aquel trasunto de mármoles y jardines, de árboles umbrosos y verjas de hierro calado en filigranas! Y luego aquel olor a Albahaca y a Romero que era su olor y nunca más he vuelto a percibir. (Loynaz 2000)

Notas

1. El apogeo del siglo XVIII presenció a La Habana floreciendo hasta albergar cerca de 90 000 habitantes configurando una urbe sobrepoblada que enfrentaba problemas de salubridad. (Cabrera Rodríguez y O´Farrill Nuñez 2024)
2. En el siglo XVIII como resultado a múltiples ataques de piratas, se desarrolla un extenso plan defensivo para la ciudad de La Habana que incluía la construcción del sistema de fortificaciones y un conjunto de medidas prohibitivas entre las que se encontraba vedar el acceso de la población a la zona boscosa de la costa Norte de la Habana. Esta tenía como objetivo: evitar asentamientos en esta zona que clarearan el bosque tropical tupido de la costa y facilitaran el acceso a la ciudad de La Habana.
3. En las Ordenanzas de Construcción de 1861 se definían como calles de primer orden a aquellas calzadas que tenían un ancho de 25 metros, con aceras de 2.50 metros de anchos. Las de segundo eran sendas que alcanzaban hasta los 14 metros de ancho, con aceras de 1.67 metros de ancho; mientras que las de tercer orden eran vías de hasta 9 metros de ancho con aceras de 1.10 metros de amlitud.
4. En 1862 se instaura un sistema de tranvía de tracción animal impulsado por caballos, que conectaba el Cerro, Jesús del Monte, Carmelo, Vedado. Para 1900 la tracción animal había sido sustituida por la máquina de vapor; y en 1901 se inaugura el primer servicio de tranvía eléctrico por la Havana Railway Company, siguiendo el mismo recorrido. Entre 1950 y 1952 el servicio de tranvías sería totalmente sustituido por «el nuevo y más confortable sistema de ómnibus» (Llanes Godoy 2013).
5. Término empleado en Cuba para describir la acción de caminar para desplazarse de un sitio a otro.
6. Gentilicio que define algo propio del Vedado. También se emplea en el argot popular los términos: vedadeño (a) o del Vedado.
7. Estos hermas son también conocidas como *mojones* por su ubicación en las esquinas. Este tipo de señalización se replicó posteriormente en el reparto de Miramar, Cubanacán, y Biltmore.
8. Adoquín o pavés, se refiera a una piedra labrada en proporciones de prisma rectangular entre 12 a 15cm de ancho por 20cm de largo por cerca 15cm de alto, lo cual facilitaba su manipulación con una sola mano.
9. En Cuba se le conoce así a las piedras de granito labradas de manera cúbica teniendo como dimensión de lado 30cm aproximadamente. El nombre proviene del dicho popular que narra cómo la caída de una de estas piedras en el pie de alguna persona podía equipararse con la pisada de un Elefante.
10. Apodo otorgado a las calles por el color de sus adoquines.
11. Préstamos y Depósitos fue una empresa dedicada a la venta de chalets.
12. El valor del solar rondaba los $1,500 pesos cubanos (Otero Naranjo 2015).
13. Entre 1898 y 1940 hubo varias intervenciones del gobierno estadounidense en el territorio cubano, las cuales traían como consecuencia, la creación de apéndices y enmiendas constitucionales, tratados económicos y la instauración de gobiernos interventores, entre otras.
14. Período de crecimiento económico entre 1914 y 1920, debido a que la industria azucarera de remolacha europea quiebra debido a la Primera Guerra Mundial y Cuba se convierte en la primera productora de azúcar del mundo.
15. En octubre de 1914 se promulgó la Ley de Defensa Económica, creando el peso cubano como moneda nacional. Entre 1915 y 1959, el peso cubano y el dólar estadounidense tuvieron igual valor monetario. Un dólar estadounidense o un peso cubano de 1914, tendría el valor de 33.43 dólares estadounidenses según los valores de inflación de 2025. (indollar2023 2023) (Davies 2013)
16. Porpiedad de José Pennino y Emmanuela «Lita» Salmoiraghi
17. Término empleado en Cuba para denominar a los ladrillos aligerados o huecos de 2 a 2.5cm de espesor, por su similitud en forma con el postre. En otros países son conocidos por rasilla. En Cuban se le denomina rasilla a la mitad de un ladrillo panetela cortado el canto en toda su longitud, empleándose la tabla para la impermeabilización de cubiertas con pendientes de menos de un 5% de inclinación en sus limas.
18. Término cubano derivado del término «timber» en inglés para definir los leños de sección prácticamente cuadrada empleados sobre puertas y ventanas a modo de dintel en la arquitectura tradicional y colonial.
19. Fueron los propietarios de la «Nueva Fábrica de Hielo S.A», séptima entre las industrias no azucareras en Cuba antes de 1959 y las mayor y más antigua produc-

tora de cervezas, maltas y hielo, con las marcas: Cristal, Tropical, Tropical 50 y Maltina.

20. Familia acaudalada heredera de asociaciones bancarias por parte de los Hidalgo como «Hidalgo y Compañía», «J. M. Borges y Compañía», «Zaldo y Compañía»; y de negocios, inmueble y terrenos nacionales y en el extranjeros por parte de los Conill, como: los terrenos del ensanche del Vedado donde estuvo la Ermita de los Catalanes donde posteriormente se construyera la Plaza Cívica y los edificios gubernamentales, terrenos en Brasil equivalentes en extensión a la provincia Cubana de Pinar del Río (10 925 km^2 aproximadamente), almacenes y fábricas de tabaco de las que se derivaron marcas como «Partagás», «Gener», e «Hijas de Cabañas y Carvajal»; entre otras.
21. Edificaciones de dos niveles que albergaban a más de una familia. Hasta la década de los años 20 del siglo XX, las viviendas del Vedado eran unifamiliares. Hoy, se le conoce a este tipo de residencias como Biplantas.
22. Desde antes del Triunfo de la Revolución, las edificaciones eran calculadas estructuralmente para un tiempo de uso de 50 años.
23. Sistema de colectar los desechos en edificios multifamiliares y de propiedad horizontal, basados en la existencia de una compuerta por nivel o en cada apartamento de propiedad horizontal, que da acceso a un conducto por el cual se vierten o se botan los desechos hasta un contenedor e incinerador ubicado en la planta baja o de sótano del edificio.
24. El Movimiento de Microbrigadas surgió en la década de 1970, con la intención de construir hasta 100 mil viviendas por año, a partir de la constitución de brigadas de construcción integradas por todas aquellas personas independientemente de su sexo, cargo o grado de escolaridad que, en empresas, unidades presupuestadas y organismos de la administración central del Estado, tuvieran la necesidad de acceder a una vivienda mínima y decorosa. Este movimiento no tuvo los resultados esperados en la construcción de viviendas y repercutió negativamente en el desarrollo laboral de todos los sectores de la población.

Lista de referencias

Albanécar. «Albanécar.» *Albanécar. Bitácora sobre carpintería de lo blanco.* 27 de August. Último acceso: 27 de August de 2025. www.albanecar.es.

Cabrera Rodríguez, Amalia , y Gladys María O´Farrill Nuñez. 2024. *El Vedado. Ciudad Jardín Temprana. Resumen Ejecutivo de un expediente de nominación a la lista de Patrimonio Mundial.* Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura, La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, 124.

Crosas Armengol, Carles. 2019. «En la encrucijada de dos mundos y dos tiempos: El Vedado, "ensanche jardín" de La Habana.» *Arquitectura y Urbanismo* 10.

Davies, Phil. 2013. *Federal Reserve History.* 22 de November. Último acceso: 2025 de July de 14. www.federalreservehistory.org.

DPPF-CH, Dir. Prov. Plan. Fís. CH, y Oficina del Hist. ciudad de La Habana OHCH. 2007. *Regulaciones urbanísticas: El Vedado, Municipio Plaza de la Revolución.* La Habana: Ediciones Boloña; Ediciones Unión.

fotosdlahabana. 2021. *Adoquines de La Habana... menos viejo de lo que se cree.* 04 de Enero. Último acceso: 15 de July de 2025. www.fotosdlahabana.com.

Grandia, Amelis Ruiz. 2025. *La arquitectura residencial habanera y el automóvil.* Tesis de Grado, Facultad de Arquitectura, La Habana: Universidad Técnica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, 133.

Habana, Dirección Provincial de Planificación Física Ciudad de La, y Oficina del Historiador de la ciudad de La Habana. 2007. *Regulaciones urbaníticas: El Vedado, Municipio Plaza de la Revolución.* La Habana: Ediciones Boloña; Ediciones Unión.

indollar2023. 2023. «indollar2023.» *indollar2023.com.* Último acceso: 2025 de July de 14. www.indollar2023.com.

Llanes Godoy, Llilian. 2013. *El Vedado de los generales y doctores.* Valencia, España: Selvi Artes Gráficas.

Loynaz, Dulce María. 2000. *Fe de Vida.* La Habana: Editorial Letras Cubanas.

Mallea, Hermes. 2011. *Great Houses of Havana.* The Monacelli Press.

—. 2017. *Havana Living today. Cuban home style now.* United States of America: Rizzoli International Publications, Inc.

Menéndez, Madeline. 2023. «Villa Orduña en El Vedado habanero. Historia y leyenda tras los muros de la hermosa residencia de María Luisa de Orduña y de Narganes.» *Arquitectura y Urbanismo* 10.

Menéndez, Madeline;. 2020. *EL Vedado. Tradición y modernidad en la arquitectura habanera.* La Habana: Ediciones Boloña.

Otero Naranjo, Concepción. 2015. *El Vedado: historia de un reparto habanero.* La Habana: Editorial UH.

Rouco, Jesús Alexis, Ruslán Muñoz, y Beatriz Fernández. 2023. «Las torres del Vedado (1952-1959), más allá de lo especulativo.» *Arquitectura y Urbanismo* 19.

Sandoval y García, Aurelio. 1914. *Ordenanzas de Construcción para la ciudad de La Habana y pueblos de su témino municipal (vigentes para las poblaciones de Cuba).* 4th. Vol. 1. La Habana, La Habana: Imprenta "El siglo XX".

Sigarroa, Olimpia, y José A. Menéndez. 2016. *Enrique García Cabrera.* Fundación Arte Cubano.

Estereotomía en muros, bóvedas y arcos de arquitectura doméstica en los siglos XVII y XVIII en la ciudad de Arequipa – Perú

Alvaro Zúñiga Alfaro
G. Gómez Zanabria

La estereotomía es el mayor rasgo de la arquitectura colonial arequipeña, el sistema constructivo de la arquitectura doméstica de los siglos XVII y XVIII es el resultado de experimentaciones en los siglos anteriores donde la interacción entre constructores andinos e hispanos logran deducir estructuras que pueda hacer frente a los grandes y constantes sismos de la región. Este sistema constructivo fue primero ensayado en la arquitectura religiosa para después ser aplicado, a menor escala, en la construcción de casas que resulta el grueso del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

Para entender como este sistema constructivo pudo hacer frente a grandes terremotos (1582, 1600, 1604, 1687, 1784 y 1868) estudiaremos sus componentes, de esta manera comprender los materiales, geometría, dimensiones y aparejos en muros, bóvedas, pilares y arcos develará las soluciones empíricas que los constructores locales alcanzaron a partir del replanteo en las reconstrucciones posteriores a cada sismo. Las robustas y pesadas estructuras arequipeñas serán una tradición forjada desde los primeros años de la ciudad y que será repetida durante los siguientes doscientos cincuenta años casi sin variaciones.

Contexto histórico

La ciudad hispana colonial de Arequipa: Dado que el valle del rio Chili, en el sur del Perú, era un espacio estratégico para unir la costa del pacífico con la ciudad de Cusco y que ya era un espacio de intercambio se decidió fundar la villa hermosa de Arequipa en 1540 que tendrá categoría de ciudad desde 1541; la traza de la ciudad sigue el ¨modelo indiano¨ es decir calles rectas y manzanas cuadradas, en total se trazaron 48 manzana y al centro la plaza, también llamada de armas (Gutiérrez, 2019).

La asignación de solares a los vecinos de la ciudad no tuvo un orden, fue establecida en el acta fundacional de 1540 con la condición de que pueblen y edifiquen sus casas dentro de los seis meses cumplidos desde la fundación y así evitar que residan solamente en sus encomiendas. Su ubicación en el territorio sur peruano convierte a Arequipa en un centro administrativo desde donde sus moradores podrían atender la producción de sus encomiendas en los valles de Siguas, Majes o Collaguas y también administrar la mano de obra que era abundante en dichos valles.

La Arquitectura doméstica

Ejemplos de arquitectura doméstica del siglo XVI en la ciudad de Arequipa no ha subsistido por acción de los sismos, no podemos establecer su tipología espacial o su sistema constructivo, pero de ellos sabemos que fueron ejecutadas por la mano de obra local con la dirección de constructores españoles.

Alvaro Eduardo Zúñiga Alfaro; G. Gómez Zanabria – Universidad Católica de Santa María de Arequipa, Perú

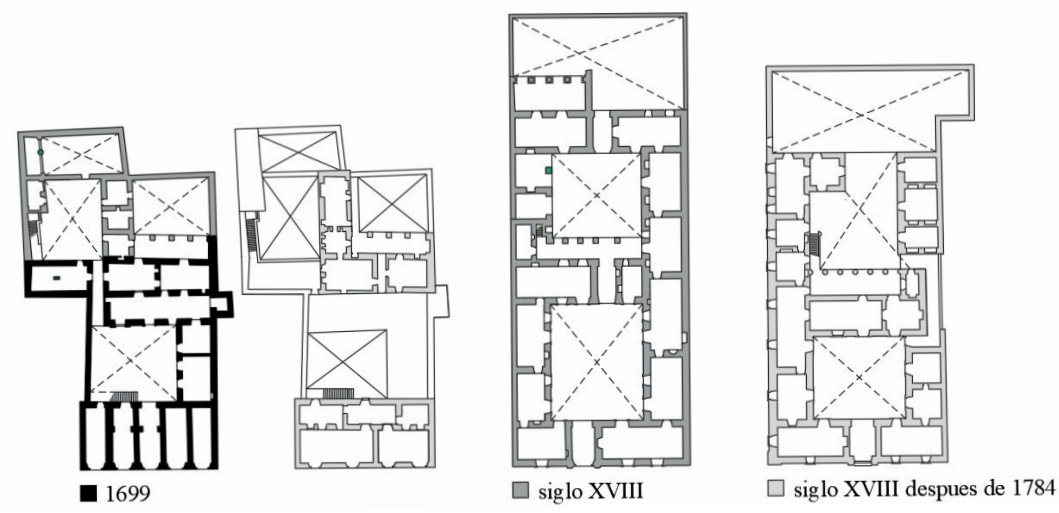


Figura 1. Casa Flores del Campo, casa Tristán de Pozo y casa de la Moneda respectivamente

La tipología de las casas arequipeñas entre finales del siglo XVII y todo el XVIII están cercanas al palacete renacentista: la organización a partir de dos patios, el primero destinado a la pompa y al propietario y el segundo destinado a la familia y los servicios, así también el zaguán de ingreso a manera de vestíbulo son las similitudes; mientras que la supresión de las galerías en el primer patio y el desarrollo mayoritario de la casa en un solo nivel por el temor a los sismo vienen a ser las mayores diferencias. Este tipo fue traído por constructores españoles, aprendido y repetido por la mano de obra local quienes estarán a cargo de la dirección y ejecución de las obras en dichos siglos (Zúñiga, 2022).

El ejemplo más lejano de casa arequipeña proviene de finales del siglo XVII y es la casa Flores del Campo de 1699 ubicada en el portal de Flores en la plaza de armas de Arequipa, esta utiliza el mismo sistema constructivo que las iglesias y conventos que ya se habían edificado en la ciudad. Para el siglo XVIII la construcción de arquitectura doméstica utilizan el mismo sistema constructivo, es en este siglo cuando se termina de consolidar la ciudad, casas como Tristán del Pozo en 1738 o la casa de la Moneda en 1796 son los ejemplos más resaltantes.

Los sismos

Arequipa siempre se ha visto afectada por grandes terremotos, el 22 de enero de 1582 un sismo de 8.1 grados en la escala modificada de Mercalli arruinó por completo las edificaciones privadas y públicas, aunque maltratadas, quedaron en pie las iglesias de San Francisco y La Merced (Barriga, 1952). El 2 de marzo de 1600 se produjo un terremoto producto de la explosión del volcán Huaynaputina, el terremoto y las réplicas se hicieron sentir con tal continuidad que todos los edificios se desplomaron, con excepción de los más pequeños (Galdós, 1990).

El terremoto del 24 de noviembre de 1604 tuvo epicentro en Arica y se sintió en las ciudades de Moquegua y Arequipa, se dice que fue devastador alcanzando una intensidad de 8 grados, duro medio cuarto de hora y asoló toda la ciudad (Seiner, 2009). El terremoto del 20 de octubre de 1687 se estima que tuvo una magnitud entre 8.1 y 8.4 (Seiner, 2009), se le llamó terremoto de Santa Úrsula porque se produjo el día de su festividad.

El 13 de mayo de 1784 se produjo el terremoto más destructivo y fue descrito casi a detalle en las *Memorias para la Historia de Arequipa*, tuvo la duración de 4 a 5 minutos, la mayoría de las torres y bóvedas de los templos, monasterios, conventos y casas colapsaron (Barriga, 1951). El terremoto del 13

de agosto de 1868 es considerado el segundo evento sísmico más fuerte y destructivo que ha soportado Arequipa, tuvo como radio de acción toda la franja costera sur peruana, desde Tarapacá hasta Nazca, los daños en la ciudad, casas y campanarios de templos quedaron registrados en grabados y fotografías (Barriga, 1951).

En el siglo XX el terremoto del 15 de enero de 1958 tuvo una intensidad de grado 7 en la escala de Mercalli. El 13 de enero de 1960 se produce otro sismo de similar intensidad (Carpio, 1990). El 23 de junio del 2001 se produce otro terremoto con una intensidad 7.9.

Por los registros documentales sabemos que en el sismo de 1582 no sobrevivió ninguna edificación, en los sismos posteriores se habla que los daños se registraron en torres y bóvedas de arquitectura religiosa; el progresivo desarrollo local de un robusto sistema constructivo hizo posible que no todas las estructuras colapsen.

El sistema constructivo arequipeño

Antecedentes del sistema constructivo

La arquitectura colonial arequipeña emplea un solo sistema constructivo, el muro de cajón a soga y tizón en la llamada piedra sillar[1] o piedra blanca sosteniendo bóvedas pétreas o de ladrillo que pueden ser de medio punto, con lunetos o de crucería, este sistema empieza a utilizarse a finales del siglo XVI siendo sus vertientes la arquitectura prehispánica y la arquitectura española.

En la arquitectura prehispánica del siglo XVI en la región Arequipa los muros se realizaban con sillarejos de piedra tosca, este muro comprende dos hileras de piedra hacia el exterior y un inframuro[2] con torta de barro[3], en las esquinas se suelen trabar sillarejos de mayor longitud, pero al ser sillarejos no hay dimensiones constantes (Zúñiga, 2024); la altura de los muros está en los 2.00 metros en promedios, mientras que el ancho de todo el muro estará alrededor de los 60 a 65 centímetros; esto nos da una esbeltez entre ancho y alto de 3 o 3.5, un ejemplo es el sitio de Churajón en el distrito de Yarabamba, provincia de Arequipa (Szykulski J., 2010).

De la arquitectura española el muro de tres hojas con aparejos a soga y tizón es el que nos interesa

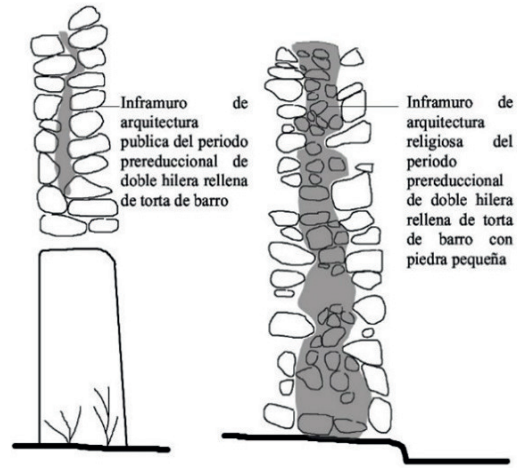


Figura 2. Sección de muro prehispánico

como antecedente, este sistema fue frecuente desde el siglo XIII empleado en el gótico burgalés (García Ortega, 2009). En la ciudad de Córdoba se compone de muros constituidos por dos hojas de sillería y un relleno interior, cada hoja tiene un espesor de 40.00 cm con aparejo de una soga y un tizón, el relleno posee un espesor que varía de caso en caso.

Los tizones pueden tener una profundad entre 40 y 50 cm con una altura de 30 a 40 cm, las sogas pueden tener una longitud entre 78 y 113 cm con una altura cercana a los 40 cm, las unidades se asientan con mortero de cal. Como referente métrico estuvo la vara de Burgos o castellana, la vara será equivalente a 83,59 cm; sus submúltiplos más habituales eran el pie o tercio de la vara, 27,86 cm y el palmo o la cuar-

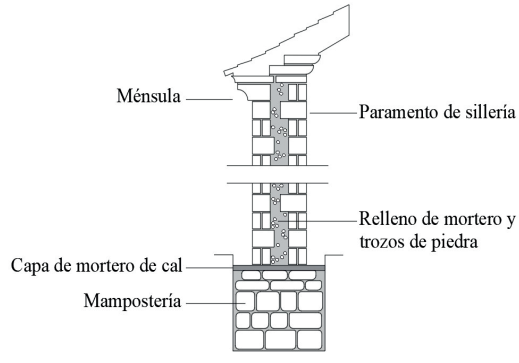


Figura 3. Sección del muro de tres hojas a soga y tizón

ta parte, 20,89 cm (García Ortega, 2009). La esbeltez para los muros de tres hojas a soga y tizón podría llegar de 5.5 a 7 en los casos de que los muros soporten techumbres de madera o bóvedas pétreas respectivamente (García Ortega, 2009-2).

El sistema constructivo en el siglo XVI

En Arequipa, el sismo de 1582 trajo abajo todas las edificaciones que se estaban realizando incluso el puente Real, en el contrato para la reconstrucción del puente en 1592 se indica que se tenía que cerrar los arcos que convergen en el pilar en medio del rio, sobre los pilares se colocaría una hilada de piedra con media moldura como base para tres hiladas de dovelas retumbeadas para mayor fortaleza, se derribaría un arco de ladrillo para ser reconstruido en cantería de piedra blanca (de Ufelde n.d, fs. 370 vta. a 372 vta).

El puente Real en Arequipa es la primera edificación en utilizar el muro de cajón a soga y tizón sosteniendo bóvedas de medio punto en ¨piedra sillar¨; este sistema alterna sillares en soga y algunos tizón junto con un inframuro de cal y canto, la disposición de las sogas y tizones no tiene un ritmo constante, su esbeltez es de 2 o 2.5.

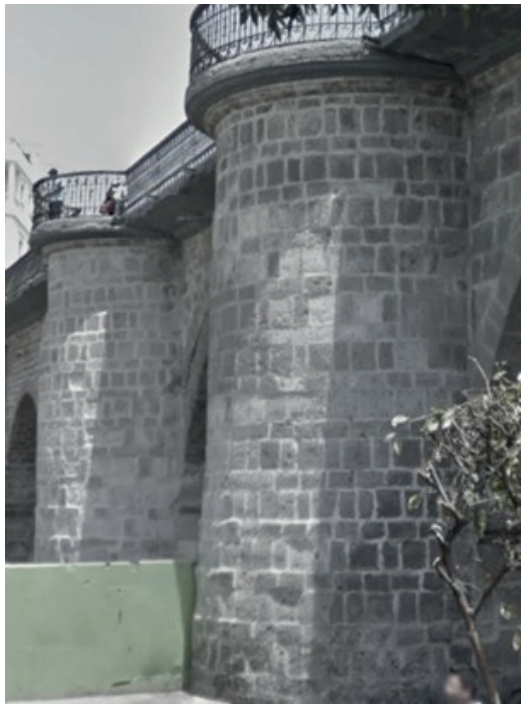


Figura 4. Soga y tizón en el puente Real

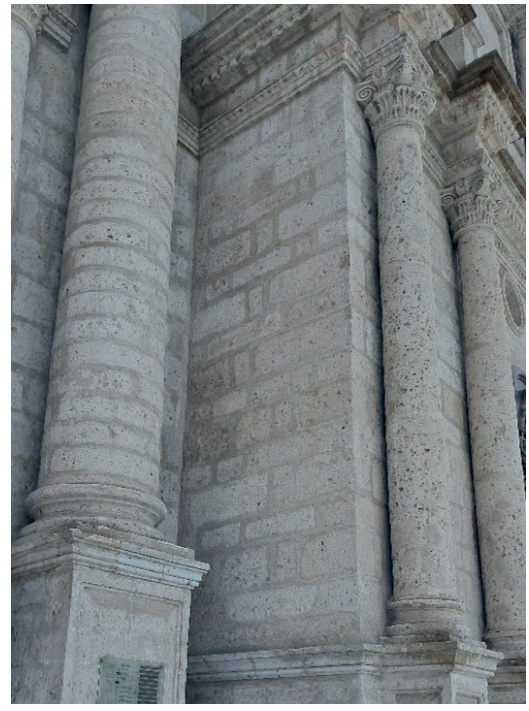


Figura 5. Soga y tizón en la catedral de Arequipa

Los pilares del puente Real evidencian una robustez cercana a la del muro prehispánico, los sillares, las dovelas y los aparejos de soga y tizón son el aporte hispano, mientras que el inframuro es una coincidencia entre ambos; el nuevo sistema resulta ser una hibridación de las tradiciones constructivas de ambas vertientes (Zúñiga, 2024).

El sistema constructivo en el siglo XVII

El 27 de enero de 1621 se realiza el contrato para la construcción de la catedral de Arequipa entre fray Pedro de Perea y el albañil Andrés de Espinoza; la preocupación por la calidad de la obra es demostrada por Perea no solamente en lo referente a los muros y las calidades de los materiales, sino también en los órdenes a utilizar.

La planta debería ser de tres naves con ocho pilares centrales, 180 pies de largo por 84 pies de ancho, la nave central será de 36 pies de ancho y las laterales de 24 pies cada una, en las paredes laterales se realizarían cinco capillas por banda, los pilares serán de orden toscano con sus basas y capiteles, las paredes laterales estarían a la altura de los pilares y sostendrían bóvedas que serán más bajas que la central, yendo la altura de mayor a menor por el miedo que se debe tener a los temblores; toda esta descripción estaba especificada en una traza.

Se estableció la disposición que tendrían las hiladas, una iría de cabeza (tizón) y otra de soga para que hagan trabazón y ligazón, para mayor firmeza cada cuatro hiladas se harían una retumbeada de piedra de cantería para que esta hilada ligue y trabe como cadena en estas paredes de lado a lado (ver imagen 6). Las paredes deberían ser de 6/3 de vara, los estribos sería de 1 vara de ancho; los sillares se harían con piedra blanca labrada de la cantería de 3/4 de largo y 1/2 de alto. Las bóvedas de la nave central serían de ladrillo para aminorar peso, siempre pensando en los temblores; Espinoza propondría hacer las bóvedas de las naves laterales de crucería y ladrillo al igual que la de la nave central (Martínez, 1931).

Es evidente que en la obra se produjeron cambios, el espesor de las paredes está entre los 270 y 327 cm

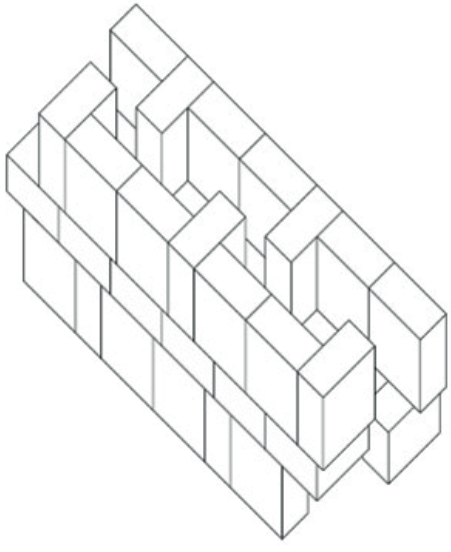


Figura 6. Muro a soga y tizón con sillares retumbeados

Figura 7. Bóveda y semicúpula en Santo Domingo

(entre 3 y 4 varas), en lo construido por Espinoza apreciamos muros con hiladas de aparejos de una soga y un tizón y la siguiente de sillares retumbeados y otros muros con hiladas de aparejos de dos sogas y un tizón con 3/4 por 1/2 vara.

La iglesia de Santo Domingo inicia su reconstrucción el 26 de enero de 1620, en el contrato entre fray Carlos Messia y el maestro de cantería Hernando de Tapia Salazar se establece la construcción de las paredes del cuerpo de la iglesia, la torre (que no se construyó) y hasta la pared de ingreso en remplazo de las paredes de tierra ya existentes; serían de piedra labrada, cal, arena y tierra como más convenga mezclarlas para mayor fortaleza y perpetuidad (ARA, Prot. N° 191, 26.I.1620, s/f).

Estas paredes tendrán el mismo ancho y alto de las paredes de la capilla del rosario (que ya estaba construida, pero se perdió en el sismo de 1868), en el contrato también se indica que para fortalecer la pared que continuaba de la capilla se harían llaves de piedra labrada que ¨pasen en toda la pared¨, en las dos esquinas y en el frente, todo se harán de piedra blanca labrada.

Para el 21 de octubre de 1624 se realiza otro contrato entre fray Blas de Acosta y los canteros Juan de Ochoa y Gonzalo Rodríguez de Armenta, ellos se comprometieron que para el 4 de agosto de 1625 darían por acabados dos arcos de cañón de la iglesia de ladrillo y cal y la bóveda del coro del tempo tallado en sillar así como las paredes de la portada, incluyendo la portada labrada (ARA, Prot. N° 348 a 350. 21.X.1624, s/f). La bóveda de la nave central y sus

lunetos se ejecutaron en piedra sillar al igual que la semicúpula del altar (ver figura 7), mientras que las bóvedas de las capillas laterales fueron de ladrillo. En el caso de los aparejos en muros encontramos hiladas de sillares de dos sogas y un tizón de 3/4 y 1/2 y una sola hilera de sillares retumbeados.

Estas dos obras no registraron daños considerables en el sismo de 1687, el perfeccionamiento del sistema constructivo demostró su efectividad, la esbeltez de los muros está cercana a 3.5. Después del terremoto de 1687 este sistema será reproducido a menor escala en la arquitectura doméstica; en ella podemos establecer un tipo de muro con dos soluciones, muros de cajón a soga y tizón con inframuro e hileras continuas y muros de cajón a soga y tizón también con inframuro e hileras de sillares retumbeados; un tipo de arco siempre de medio punto; dos tipos de bóvedas, de medio punto y de aristas.

Es importante resaltar que después de 1687 ya no se registra la presencia de constructores hispanos, solo locales (Gutiérrez, 2022) quienes han adquirido la técnica en el acto mismo de edificar y postularán soluciones propias.

El sistema constructivo en arquitectura doméstica

Para comprender las soluciones constructivas en la arquitectura doméstica de los siglos XVII y XVIII estudiaremos los materiales, geometría, dimensiones y aparejos en muros, bóvedas, arcos y pilares; en Arequipa se utilizó la vara como unidad de medida, así 84 cm es una vara, el pie es de 28 cm y tres pies hacen una vara, media vara serán 42 cm, mientras que 3/4 de vara será 63 cm. Los ejemplos a estudiar son la casa Flores del Campo de 1699, la casa Tristán del Pozo de 1738 y la casa de la Moneda de 1796.

Muros

Los muros estudiados son los que fueron construidos en el periodo inter sísmico de 1687 a 1784 y los que se construyeron antes del final de siglo XVIII.

En la casa Flores del Campo (1699) los muros tienen un ancho entre 82 y 95 cm, presentan el aparejo de dos sogas y un tizón por ambos lados con inframuro, la disposición de los tizones se hace en zigzag por ambos paramentos; los sillares son de 3/4 de vara de largo por 1/2 vara de alto con un espesor de 1/4 de vara (ver figura 8); las dimensiones son cercanas a los sillares utilizados en arquitectura religiosa del siglo XVII; los sillares son de "piedra blanca"; mortero de cal y arena para asentado y relleno de cal, arena y piedra tosca.

En la casa Tristán del Pozo (1738) los muros de "piedra sillar" tienen un ancho entre 100 y 118 cm, también presentan el aparejo de dos sogas y un tizón por ambos lados con inframuro, pero esta secuencia no es constante pues los tizones pueden estar más juntos o alejados, el zigzag de los tizones sigue presente; existe una reducción en el tamaño del sillar, los sillares son de 1/2 vara de largo por 1/2 vara de alto y un espesor de 1/4 de vara (ver figura 9); los morteros de asentado y relleno son los mismos que en el siglo anterior.

En la casa de la Moneda (1796) los muros interiores de piedra sillar tienen un ancho entre 90 y 120 cm, el muro de la fachada lateral llega a tener 140 cm dado que esta fachada tiene un nivel inferior (semisótano); presentan los aparejos de dos sogas y un tizón por ambos lados con inframuro, la disposición de los tizones en zigzag por ambos paramentos es constante; los sillares son de 1/2 vara por 1/2 vara de largo y alto con un espesor de 1/4 de vara, mortero de asentado y relleno son los mismos.

Muro en el siglo XVIII

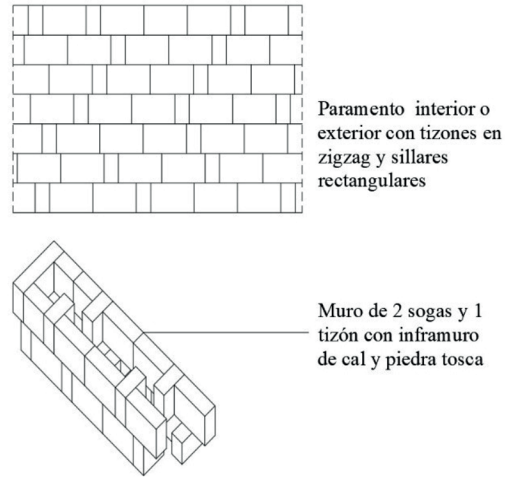


Figura 8. Muro en el siglo XVII

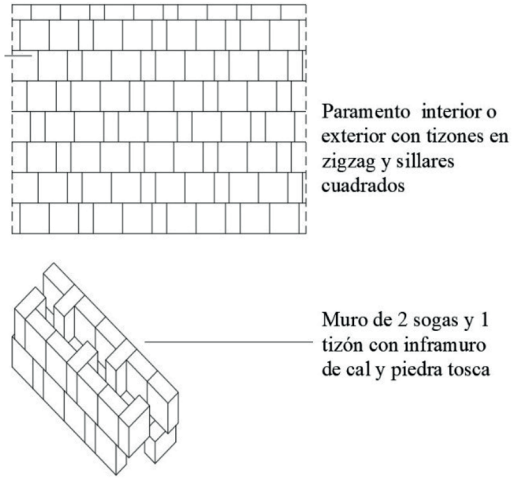


Figura 9. Muro en el siglo XVIII

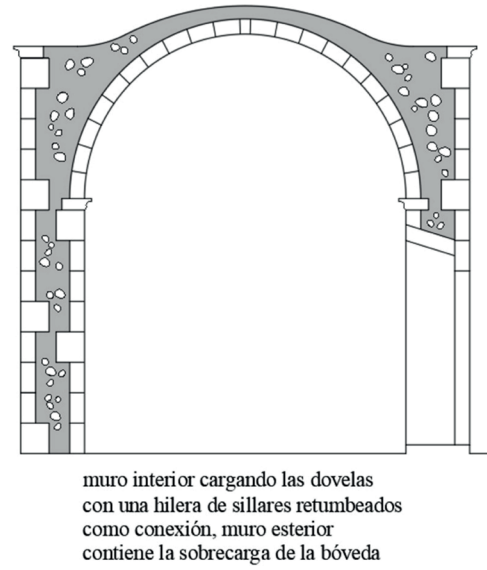


Figura 10. Bóveda de espacio en el siglo XVII y XVIII

Bóvedas de espacios

Las bóvedas que cierran espacios se desarrollan en geometría de medio punto y se ejecutan con la piedra sillar, el mismo material de los muros.

En la casa Flores del Campo (1699) las bóvedas de espacios son de medio punto en piedra sillar, las dovelas tienen aparejos regulares y están compuestas por dovelas colocadas a tabla (posición horizontal) y algunas se colocan a rosca (posición vertical), de esta manera las dovelas a rosca se anclan en la sobrecarga de la bóveda que está compuesta por relleno de cal, arena y piedra tosca, la hilera de claves no está exactamente en la mitad de la bóveda, los salmeres se apoyan sobre los sillares interiores del muro de cajón, la cornisa es una hilera de sillares retumbeados que unen la bóveda al muro. La sobrecarga termina en los sillares exteriores del muro de cajón por ello el muro exterior se eleva más que el interior (ver figura 10), las dovelas son de 3/4 de vara de largo por 1/2 vara de alto y un espesor de 1/4 de vara, es el mismo sillar del muro pero rebajado para tener la forma trapezoidal; el mortero en juntas es de cal y arena y el de sobrecarga de cal, arena y piedra tosca; la luz que cubren estas bóvedas está entre 350 y 430 cm.

La casa Tristán del Pozo (1738) también tiene bóvedas de medio punto en piedra sillar, su composición es igual que las del siglo XVII pues las dovelas tienen aparejo regular a tabla y rosca y descansan sobre el muro interior del muro de cajón, al exterior tenemos dos soluciones, la primera es la mayor altura del muro exterior es para soportar la sobrecarga del extradós (ver figura 10) y la segunda solución es un muro exterior retranqueado hasta en tres partes para aligerar el peso de la sobrecarga (ver figura 11). La diferencia con el siglo XVII serán que las dovelas del siglo XVIII tienen dimensiones de 1/2 vara de largo, 1/2 vara de alto y 1/4 de vara de espesor y son del mismo tamaño de los sillares de muros, la luz bajo las bóvedas está entre los 300 y 510 cm.

En la casa de la Moneda (1796) las bóvedas de espacios también son de medio punto con las mismas dos soluciones que en la casa Tristán del Pozo, en la Moneda la luz del espacio cubierto estará entre los 335 y 470 cm. pero esta casa fue construida después del terremoto de 1784; si el sistema constructivo fue el mismo se entiende que las soluciones de muros y bóvedas pétreas alcanzaron la eficiencia suficiente para soportar sismos y por ello se seguirán utilizando en los siguientes años.

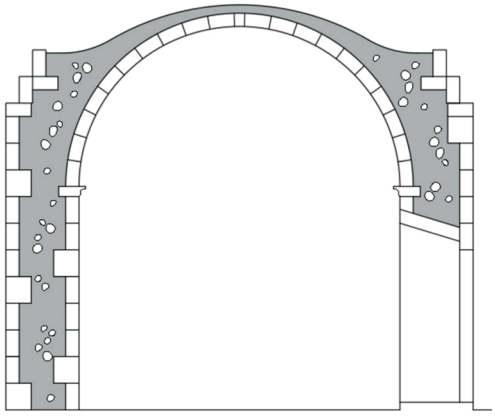


Figura 11. Bóveda de espacio en el siglo XVIII

Figura 12. Bóveda de arista en galería

Bóvedas de galerías

Las galerías siempre se ubican en el segundo patio y fueron utilizadas como oratorios y comedor de verano, en ellas encontramos dos soluciones, bóveda de arista y bóveda de medio punto.

La casa Flores del Campo tiene una galería de dos niveles ubicada en el segundo patio que fue construida en 1781; la galería se apoya por un lado en un muro de cajón y por el otro en cuatro arcos y tres pilares, el primer nivel es una bóveda de aristas, el segundo nivel repite los apoyos pero tuvo techo de madera en par y nudillo. En el primer nivel la hilera de claves está desplazada hacia un lado, la bóveda longitudinal y las transversales tienen la misma altura, las aristas son simétricas independiente de la disposición de las dovelas que es asimétrica. El tamaño de las dovelas es de 1/2 vara de largo por 1/2 vara de alto y 1/4 de vara de espesor, las dos primeras dovelas de las bóvedas están insertas en el muro o en el pilar (ver imagen 13). El extradós plano de la galería se acaba con relleno de cal, arena, piedra tosca y piso de piedra sillar; la luz de la galería es de 292 cm.

La casa Tristán del Pozo (1738) también presenta una galería en el segundo patio techada con bóveda de aristas y soportada entre un muro de cajón y cinco pilares, la bóveda longitudinal está realizada con dovelas y una delgada fila de claves que por tramos desaparece, las bóvedas laterales llegan a altura de la bóveda longitudinal y algunas tienen una fila de claves, las aristas se tallan independiente de la disposición de las dovelas que también son asimétricas (ver imagen 12). Las bóvedas tienen las dos primeras dovelas insertas en los pilares o muros (ver imagen 13). El tamaño de las dovelas es de 1/2 vara de largo por 1/2 vara de alto y un espesor de 1/4 de vara, el extradós de la galería se acaba con relleno de cal, arena y piedra tosca; la luz de la galería será de 255 cm.

La casa de la Moneda (1796) presenta la galería en el segundo patio con bóveda de medio punto soportada entre una arcada y un muro de cajón pero su arranque no está sobre la arcada sino en el primer tercio de esta. Las primeras dovelas de los arcos son a plomo, las siguientes inician una secuencia en voladizo donde la dovela del arco también es dovela de la bóveda (ver imagen 14), se continua con la bóveda de medio punto que utiliza dovelas de igual tamaño que en los muros, presenta una delgada fila de claves; otra vez el extradós de la galería se acaba con relleno de cal, arena y piedra tosca, galería con una luz de 335 cm.

Figura 13. Arranque de bóvedas en galería

Figura 14. Arcos con dovelas en voladizo

Arcos y pilares

En la casa Flores del Campo los arcos de medio punto de las galerías se apoyan en pilares que presentan el aparejo de soga y tizón con relleno de cal y piedra tosca, son de planta rectangular (84 x 126 cm), su esbeltez es de 3; el arco es del mismo ancho que el pilar (126 cm), las dovelas son de 1/2 vara por 1/2 vara, el arco presenta un peralte de 12 cm bajo la bóveda transversal de la galería (ver imagen 16).

Tristán del Pozo presenta pilares de sección rectangular de ¾ de vara por 1 vara (ver imagen 15), aparejo de soga y tizón con relleno de cal y piedra tosca, su esbeltez es de 3.5; los arcos son de medio punto con dovelas de 1/2 vara por 1 vara y un peralte de 10 cm, la clave del arco es ligeramente más angosta, sobre los arcos se apoyan las bóvedas transversales de la galería.

En la casa de la Moneda apreciamos columnas circulares, el aparejo es de una hilera a soga y otra a tizón, la hilera a soga tiene una altura de ½ vara mientras que la de tizón es de ¼ de vara, su esbeltez es de 3; sobre la columna un capitel cuadrado recibe los ar-

Figura 15. Arcos con dovelas en voladizo

Figura 16. Galerías, arcos y pilares en la casa Flores del Campo

cos de medio punto formados por dovelas de 1 vara de largo, 1/2 vara de ancho y espesor de ½ vara alternándose con otras dovelas de dos piezas; la clave se ubica exactamente en el centro del arco (ver imagen 14).

Las soluciones

Los constructores coloniales de Arequipa, aunque de manera empírica, establecieron soluciones para que sus edificaciones puedan soportar los embates de los sismos, estas soluciones están en los elementos estudiados, es decir en materiales, geometría, dimensiones y aparejos.

La primera solución para estabilidad del muro serán los tizones, los tizones unen los dos muros de sillares con el inframuro permitiendo que toda la estructura trabaje al unísono; su disposición en zigzag por ambos paramentos evita la aparición de grietas profundas.

La segunda solución para la estabilidad de bóvedas es que el muro de cajón a soga y tizón recibe las cargas de la bóveda en su muro interior que es de 21 cm (mismo ancho de las dovelas de la bóveda), el restante del muro (entre 60 y 100 cm del inframuro y del muro exterior) absorbe los empujes laterales. Si consideramos que la altura del muro estará entre 287 y 358 cm. está garantizado que los empujes laterales no sobrepasen el tercio central del muro.

La tercera solución son las dovelas a rosca en bóvedas de espacios y galerías, estas unen las dovelas con el relleno sobre el trasdós y así se limita el movimiento de toda la bóveda reduciendo las grietas ante los movimientos sísmicos.

La cuarta solución para bóvedas y arcos de galerías será que los pilares que sostienen los arcos tienen el mismo ancho que los muros; sabiendo que los arcos se apoyan unos a otros, los pilares de las galerías reducen su ancho en el sentido de los arcos.

La quinta solución es para las bóvedas de galerías, estas arrancan del muro o del pilar con dos piezas en voladizo y no con dovelas, esta solución es constructiva y estructural, acelera el proceso de armado de la bóveda y une las dovelas directamente al muro interior del muro de cajón.

La sexta solución será la estandarización de un solo tamaño de sillar y dovela, esta estandarización en el siglo XVII se da con sillares rectangulares y durante el siglo XVIII con sillares cuadrados.

Conclusiones

La estereotomía en la ciudad de Arequipa no es una opción sino una necesidad, son los sismos el factor determinante para que la estructura se robustezca, en la arquitectura doméstica de los siglos XVII y XVIII el ancho de los macizos muros a soga y tizón con inframuro de cal y piedra tosca oscilan entre los 82 y 128 cm (entre 2 y 3 varas) con una esbeltez es de 1 a 3 o 3.5; esta es la única solución para resistir terremotos que llegan a 8 grados de intensidad.

Estos muros soportan bóvedas pétreas que cierran espacios entre 300 a 510 cm, lo que da una proporción cercana de 1 a 4 entre espesor del muro y espacio cubierto; mayor luz interior no será posible fuera de esta proporción como tampoco la existencia de segundos pisos, los pocos que se construyeron fueron destruidos en cada terremoto.

La estereotomía es un aporte de la mano de obra local en su experiencia ancestral en el territorio sísmico sur peruano; la soga y tizón, la bóveda de medio punto y de aristas son aportes de los constructores españoles; los constructores locales, aprendices de los españoles llegan a sus propias soluciones de manera empírica (ensayo y error) perfeccionando el sistema constructivo después de cada sismo.

Estas soluciones propias son el uso de tizones en zigzag en muros, el apoyo de las bóvedas en el muro interior del muro de cajón, las dovelas a rosca en las bóvedas, el largo y ancho diferenciado en los pilares que sostienen los arcos, el arranque de las bóvedas de crucería en sillares en voladizo y la estandariza-

ción del tamaño de sillares y dovelas; las pocas variantes de estas soluciones demuestran que el aprendizaje se limitó a los escasos ejemplos arquitectónicos producidos en Arequipa desde el siglo XVI, la transmisión del conocimiento será de generación en generación de constructores como una tradición que perdurará hasta el siglo XIX.

Notas

1. La expresión ¨piedra sillar¨ en Arequipa hace referencia a la piedra blanca y porosa de origen volcánico del tipo ignimbrita, en los contratos edificatorios del siglo XVI se le menciona como sillería blanca o cantería de piedra blanca, después se le llama piedra sillar y popularmente solo sillar.
2. El inframuro es el relleno al interior de los muros arequipeños ya sean prehispánicos o coloniales.
3. La torta de barro es un mortero a base de tierra y fibras naturales como el ichu o pasto de puna.

Lista de referencias

Archivos

Archivo Regional De Arequipa (ARA)

Escribano De Ufelde Adrián, Protocolo. N° 88, Archivo Regional de Arequipa.

Publicaciones

Barriga, Víctor M. *Los terremotos en Arequipa 1582-1868*. Arequipa: La Colmena, 1951.

Barriga, Víctor M. *Memorias para la historia de Arequipa*, Arequipa: Imprenta Portugal, Tomo IV 1952

Carpio, Guillermo, et al. *La inserción de Arequipa en el desarrollo mundial del capitalismo (1867- 1919), en Historia general de Arequipa.* Arequipa: Fundación M. J. Bustamante de la Fuente. 1990.

Galdos, Guillermo, et al. *En Historia general de Arequipa*. Arequipa: Fundación M. J. Bustamante de la Fuente. 1990.

Garcia-Ortega, Antonio. *Diseño y construcción de muros en el primer gótico cordobés*. Informes de la Construcción Vol. 61, 516, 37-52,octubre-diciembre 2009. ISSN: 0020-0883, eISSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.09.027

García Ortega, A. J. y Ruiz de la Rosa, J. A. *Diseño estructural en el primer gótico andaluz (I): Reglas y proporción,* EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, 14(14), pp. 100–107. doi: 10.4995/ega.2009.10244.

Gutiérrez, Ramón. *Evolución histórica urbana de Arequipa*. Arequipa: Neo Cromática S.R.L. ed., Universidad Católica de Santa María, 2da edicición, 2019.

Martínez, Santiago. *La Catedral de Arequipa y sus Capitulares*. Arequipa, Tipografía Cuadros, 1931.

Seiner, Lizardo. *Historia de los sismos en el Perú. Catalogo siglos XVIII - XIX*. Lima:

Universidad de Lima. 2011.

Seiner, Lizardo. *Historia de los sismos en el Perú. Catálogo: Siglos XV-XVII.* Lima:

Universidad de Lima. 2009.

Szykulski, Jozef. *Prehistoria del Perú Sur, Costa Extremo Sur. Arequipa: Tambo Boletín de Arqueología.* Universidad de Wroclaw, Polonia y Universidad Católica de Santa María, 2010.

Zúñiga, Álvaro. *Origen y evolución de la vivienda colonial y el estilo mestizo en Arequipa.* Arequipa: Talleres Gráficos Publicont S.A.C., Universidad Católica de Santa María, 2022.

Zúñiga, Álvaro y otros. *Hibridación en la construcción del siglo XVI en el valle del Colca y la ciudad de Arequipa, Perú, en Actas del V congreso internacional hispanoamericano y XIII congreso nacional de historia de la construcción.* Santo Domingo: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, 2024.

La muralla de Valencia: construcción y memoria. Una 'storytelling' de iconografía medieval

Lorena Fernández Correas

En anteriores participaciones (Fernández Correas, 2022; Fernández Correas, 2024) se ha abordado el tema de la iconografía de la construcción como una disciplina contemporánea para el estudio de la edad media, en conjunción con otras ramas del saber; a menudo, hemos realizado hincapié en el hecho de observar este período de la historia a través de la mirada de la estética medieval, ponernos en su concepción sociocultural y científica para aproximarnos a su modo de representar su mundo. Pero, ¿cómo representaban su pasado y cómo les influía en su presente?

Concretamente, ¿cómo interpretaban las imágenes de la memoria conjunta en materia de grandes construcciones coetáneas y su creación? Hemos estudiado la anacronía de las miniaturas, a la hora de emplear un pasaje bíblico o una crónica legendaria, para plasmar las técnicas constructivas de su contemporaneidad; estas iluminaciones, engranadas en distintas aportaciones documentales escritas, nos arrojan luz sobre la génesis y alzado de distintas obras de distinta índole, formando una trabazón que dibuja un escenario cada vez más completo para el estudio del medioevo.

Sin embargo, el reto que se ofrece en esta comunicación es el de reconstruir, a través de la visión iconográfica del pasado, un elemento tan crucial como es la desaparecida muralla de Valencia. Lo que hoy en día llamaríamos una *biopic* con testimonios gráficos entre el siglo XIV y XVI; éstos no sólo nos muestran su gestación, si no su trasformación tanto en el propio elemento arquitectónico como en su repercusión en el imaginario colectivo. Las diferentes corrientes marcarán su impronta en cada momento de la historia a la que sobrevivan y que será captado bajo el prisma de la misma sociedad que las inmortaliza.

Lo contemporáneo del pasado

Como personas del siglo XXI vivimos en una espiral constante y acelerada de cambios e innovaciones, o lo que creemos que son descubrimientos innovadores, teñidos generalmente de anglicismos (lo cual suele dar más caché) En la introducción he hablado intencionadamente de la voluntad de aproximarnos a un relato biográfico (*biopic)* de la muralla valenciana compuesto por obras gráficas, narración que va intrínsecamente unida al propósito con el que esas mismas expresiones artísticas se concibieron o para lo que se emplearon.

Nos adentramos así en otro concepto en boga pero que se viene aplicando desde hace siglos, el *storytelling*. Según la Universidad de Palermo[1] y la Universidad Europea[2], se podría describir como una herramienta de comunicación de mensajes emocionales, narrativa atrapante de sucesos, con un mensaje final que deja un aprendizaje o concepto. El objetivo consiste en la creación de historias que conectan emo-

Lorena Fernández Correas – Universidad de Valladolid/Universitat de València/Universidad Cardenal Herrera - CEU

Figura 1. Las murallas de Valencia, en un pasaje de la vida de San Vicente Mártir (detalle). Retablo Mayor de la Catedral de Zaragoza. Siglo XV

cionalmente con la persona que lo escucha, ve o lee para causar un efecto en ella.

Dicha descripción bien podría aplicarse a los programas iconográficos desde los albores de la humanidad, y particularmente en el caso que nos atañe: ensalzar la majestuosidad del cinturón que abraza la ciudad de Valencia. Para ello, no se va a reparar en recursos estilísticos; más allá del propio anacronismo, resulta interesante asomarnos al modo en que se reproducen obras "antiguas" con el fin de justificar sus medios.

Así pues, comenzamos el esbozo de nuestra *storytelling* de manera cronológica con la visión que se vierte sobre la primera muralla de la urbe, la romana. Para ello, acudimos al Retablo Mayor de la Catedral de Zaragoza, del siglo XV (Figura 1: Las murallas de Valencia, en un pasaje de la vida de San Vicente Mártir (detalle). Retablo Mayor de la Catedral de Zaragoza. Siglo XV.) donde se narra el interrogatorio al que el gobernador romano Daciano somete al obispo Valero y su diácono Vicente, quienes llegan a Valentia desde Zaragoza en el 304. El discurso pone énfasis en el siguiente episodio donde se muestra el cuerpo de San Vicente, arrojado a un muladar extramuros; dicho capítulo del atroz martirio (que adquirió una relevancia importantísima durante la edad media) al que fue sometido, necesita localizarse perfectamente y para ello no se repara en representar una magnífica muralla, la cual ni es romana (por la definición de su trazado) ni responde a una tipología mediterránea, con remates que parecen ser de pizarra, y estructura más propia de lugares de climas fríos, como los lares castellano-aragoneses. Si el episodio se ubica en el siglo IV, las murallas deberían ser las romanas de Valencia datadas en el siglo II a.c; sin embargo, al autor le prima el hecho de que el espectador se vea involucrado en la escena (por ello, todas las construcciones adolecen de carácter histórico en pro de una arquitectura perfectamente reconocible del siglo XV) y empatice como su dolor como suyo propio.

Estableciendo una línea temporal, los siguientes alardes de anacronismos nos los ofrecen las loas a la campaña acaecida durante la conquista de Jaime I de Aragón. En los discursos que decoran la sala que se encuentra en la torre del homenaje del castillo de la Orden de Calatrava de Alcañiz (Figura 2: Sala en la torre del homenaje del Castillo Calatravo en Alcañiz, S. XIV. Jaime I entrando en Valencia) reconocemos sin lugar a dudas los colores de la Casa de Aragón en el caballo y pendón que se aproxima a un recinto fortificado con altas torres, más propias de un paisaje urbanístico del occidente medieval. La escena caballeresca, reflejo de los cantares de gesta propios de estos siglos, reproduce en un majestuoso gótico lineal la hazaña épica, con la misma finalidad que los juglares las cantan: la propaganda de la nobleza. Transmisión oral y pictórica comparten la misma estructura y estilo, un lenguaje sencillo y expresivo, con grandes dosis de realismo (en comunión con el

Figura 2. Sala en la torre del homenaje del Castillo Calatravo en Alcañiz, S. XIV. Jaime I entrando en Valencia.

hieratismo, ausencia de perspectiva e isocefalia propias) que capte la atención del público. Tal es la gesta que debe grabarse en la memoria generación tras generación, que no debe caber lugar a dudas ni de quien es el Conquistador ni olvidar que el castillo (de Alcañiz) le alojó en el camino hacia la ciudad de Balansiya, que ganaría al sarraceno con su apoyo. Ciudad cuyas ventanas geminadas recuerdan más a las románicas y las góticas coronelas (características del gótico mediterráneo) que a los ejemplos árabes con ajimez; por no hablar del arco apuntado con tracería que da acceso al recinto amurallado, el cual se encuentra lejos de reproducir fidedignamente la muralla islámica del siglo XI en aras de una indudable identificación de la capital del nuevo y próspero reino de Valencia en ese siglo XIV.

El devenir de las centurias no mejorará ese espíritu historiográfico, al contrario, lo acrecentará como vemos en la sala Dorada del palacio de Cocentaina (Figura 3: Pinturas murales de la sala dorada del Palacio Condal de Cocentaina, 1622. Asedio de Jaime I) donde el desfase entre el momento histórico captado y la representación del mismo, roza lo absurdo. Las tropas del rey don Jaime son soldados de los tercios españoles ataviados como si acabaran de llegar de Flandes, en el momento de la ejecución de los frescos, y el propio monarca adopta una pose que recuerda a un retrato de busto de algún personaje de la corte de Felipe III.

Continuando con el precepto del barroco, se sitúa en un alejado tercer plano un paisaje que plasma la muralla y ciudad de Valencia; recordemos que el sitio y toma de la ciudad lo llevan a cabo las huestes de la Casa de Aragón en el 1238, con lo cual debería verse la muralla islámica (como en el anterior ejemplo del castillo de Alcañiz; pero, a diferencia de éste, las torres que salpican el perímetro sí responden a la tipología de la muralla árabe que cerraba la ciudad, según descripciones de la época como la del geógrafo musulmán Al- Udri[3] y restos como los encontrados en la Plaza del Ángel), sin embargo, es perfectamente reconocible el Portal de Serranos que se construye entre 1392 y 1398, 160 años después del episodio representado. Intramuros, tras el portal, se reconocen la torre campanario de la catedral, el Miguelete, y el cimborrio de la misma seo, ambas construcciones coetáneas entre las últimas décadas del siglo XIV y las primeras del siglo XV. Ambas también, junto con el portal, son seña de identidad y vanguardia de la ciudad; la intención va más allá de la mera identificación para el espectador, es la reivindicación del orgullo de las magnas obras pertenecientes al pasado glorioso e idiosincrasia de Valencia. Sublimi-

Figura 3. Pinturas murales de la sala dorada del Palacio Condal de Cocentaina, 1622. Asedio de Jaime I (detalle)

nalmente, el discurso pretende calar hondamente la idea del cristianismo católico como germen de la magnificencia que alimenta la fama internacional de la ciudad, en un momento especialmente convulso tras la Reforma Protestante que sumirá a Europa en un devastador conflicto originado por las divisiones religiosas conocida como la Guerra de los Treinta Años (1618-1648).

Sin embargo, junto con las escenas de decalaje temporal donde el impacto y fin del mensaje se anteponen frente a la veracidad de lo mostrado, encontramos una joya que confirma la regla. Se trata de la toma de Valencia presentada en la Crónica de Beuter (Figura 5: Xilografía de la Primera parte de la Crónica General de Toda España y especialmente del Reyno de Valencia de Pere Antoni Beuter, Libro Primero, folio 1r, (1546). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia. Detalle de la toma de Valencia, de la publicación de 1604.)

Una escena de asedio y ataque bien manejada según el gusto estilístico en la transición entre renacimiento y barroco, que deja latente esa misma transición en la estrategia militar, conjugando tácticas perdurables medievales con el uso de la artillería de pólvora.

Lejos de una escena bélica del siglo XIII, la estampa adolece de armas de asedio medievales tales como onagros, arietes, ballestas de torno o trabuquetes; el autor no puede resistir la tentación de demostrar los conocimientos del arte de la guerra moderna y convierte la imagen en una suerte de tratado militar ilustrado. Se aprecia el uso de artillería pesada con una bombarda y sus balas de piedra en tierra, ubicada entre la línea de sacos terreros emplazada en mitad del campo de batalla y que ejerce de divisoria entre las dos acciones principales:

- A la derecha de la escena, en un primer plano, se localiza el campamento de asedio: el ejército atacante, según mandaban los cánones, ha levantado tiendas de campaña organizadas, trincheras y mantienen sus posiciones protegidas observando los batallones. Según las crónicas, Jaime I mantuvo el sitio desde abril hasta la capitulación en septiembre, aislando la ciudad hasta su rendición por tierra y mar; hecho del que es conocer el artista puesto que sitúa el cerco entre la muralla y el mar que se atisba tras las carpas con estandartes blasonados cristianos. La caballería, picas en ristre preparada para acometer una posible ofensiva, es un catálogo de posiciones en escorzo, gestos que describan acciones como coces o incipiente postura rampante, denotando y transmitiendo la inquietud de los ánimos.
- A la izquierda, en un plano que introduce una profundidad hacia la medina, se desarrolla el

Figuras 4 y 5. Xilografía de la *Primera parte de la Crónica General de Toda España y especialmente del Reyno de Valencia* de Pere Antoni Beuter, Libro Primero, folio 1r, (1546). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia.

ataque: la infantería cerca la muralla en una amalgama de soldados con picas entre los que podemos ver militares pertenecientes a distintas unidades como, por ejemplo, un arcabucero que acaba de hacer explotar munición en la parte baja de una de las torres, la cual está siendo pasto de las llamas en la parte superior. Continuando un sentido de lectura occidental, encontramos zapadores (abriendo camino a través del lienzo inferior de la muralla) y a soldados asaltando las brechas abiertas (en la parte superior) mediante escaleras.

– Este fragmento es el más interesante en materia constructiva, puesto que nos muestra un doble lienzo; si prestamos atención, vemos un primer cuerpo de soldados que han rebasado un primer muro y detrás otro que está siendo defendido desde lo alto, desde donde ondea una bandera con la media luna sarracena, en contraposición con los pendones barrados de la Casa de Aragón.

Detengámonos en estos lienzos que el autor, muy sagazmente, no los ha representado con sillares o piedras, si no que parece más bien un material similar a un tapial. Cabe pensar que estaría en contacto con la muralla islámica (la cual se mantendrá hasta que se culmine la cristiana y muchos se sus muros se emplearán en construcciones posteriores) y conoce su estructura. En concreto, este pasaje debe estar situado en la ampliación que sabemos que se llevó a cabo a partir del siglo XII en los sectores sur y este (lo que justificaría la presencia del mar a la izquierda de la imagen) y que fue incorporando nuevos elementos defensivos como torres cuadradas construidas en tapial sobre bases de cemento, estructuras y materiales perfectamente reconocibles en la xilografía.

Podríamos decir que el orgullo de representar la victoria del cristianismo sobre otros credos y legitimación del reino, nos ha dejado el único testimonio gráfico fidedigno de la muralla islámica de Valencia.

> Lo mur deu haver en cascun angle principal e bell castell. E cascun portal principal deu estar entre dues torres, e les torres deuen ésser plus altes e majors en los quatre portals principals, que en los altres menys principals. Deu ésser lo mur bo e alt, e gros, e fort, per tal que la ciutat no solament se puixa defendre per virtut de sos hòmens, ans encara per virtut de sos murs…[4]

En anteriores trabajos (Fernández, 2024) hemos hablado de la influencia que Francesc Eiximenis[5] ejerce sobre el desarrollo urbanístico de Valencia. El modelo teórico del pensamiento del franciscano se trata, y aquí radica lo más importante, de un sistema ideológico elaborado para hacer frente a los conflictos de una época de cambios decisivos en todos los ámbitos; de ahí nacen algunas de sus contradicciones y la coexistencia de ideas que responden a una concepción teológica y medieval de la sociedad, al mismo tiempo que aparecen nociones encaminadas a la creación de un mundo moderno y más abierto a las corrientes del pensamiento prerrenacentista. Para la sociedad de su tiempo (las prósperas comunidades urbanas del Levante peninsular y del Mediterráneo) Eiximenis ofrece un repertorio de recomendaciones destinadas a ordenar el buen gobierno de la cosa pública, pilar fundamental para el correcto funcionamiento de las instituciones burguesas en el espacio de la ciudad. (Figura 6: Los efectos del buen gobierno en la ciudad, parte de Alegoría y efectos del buen y mal gobierno, de Ambrogio Lorenzetti (Palazzo Pubblico, Siena, 1337-1339)) Y así lo vemos expuesto a lo largo y ancho de la cuenca mediterránea, como en los frescos del palacio de Siena donde se plasman las consecuencias de un buen gobierno, desde actividades mercantiles, lúdicas y constructivas; estas últimas nos están mostrando una actividad poco representada y que resulta muy importante como es el mantenimiento o la conservación, entendida como parte del decoro urbano. El alto grado de detalle en las maderas que conforman la plataforma del anda-

Figura 6. Los efectos del buen gobierno en la ciudad, parte de Alegoría y efectos del buen y mal gobierno, de Ambrogio Lorenzetti (Palazzo Pubblico, Siena, 1337-1339)

mio donde están los operarios, los mechinales que el desplazamiento en vertical del mismo ha ido dejando en el paramento o la diversidad de elementos auxiliares para transportar los materiales, nos hace pensar que Lorenzetti estuvo en contacto directo con escenas similares. No plasma el alzado de una magna obra, si no un ejercicio de construcción en una estructura urbana, quizá la sobreelevación de una casa, actuación que debió llevarse a cabo de manera cotidiana y que rara vez se considera digna de perpetuar artísticamente.

Esta inquietud por la ordenación urbana meritoria, entronca con los ideales del franciscano quien promulga que, ante todo, hay que asegurar el bienestar moral y físico de los ciudadanos, aunque queden fuera de esta condición algunos grupos conflictivos (judíos y moriscos). La ciudad recupera, en el pensamiento de Eximenis, la cualidad de polis clásica, al tiempo que mantiene su razón de ser como civitas caelestis.

Entre sus escritos, destacaremos aquí la carta dirigida a los jurados de la ciudad de Valencia (1383) prueba del elevado prestigio alcanzado, que pasó a ser el proemio del *Regiment de la Cosa Pública* (1384, que formará parte de su obra enciclopédica *Lo Crestià)* cuya portada trataremos más adelante. Su pensamiento sobre la ciudad se enmarca en un programa político dirigido al gobierno de la ciudad, que no siendo un tratado de arquitectura, sino una obra de carácter ejemplarizante, contiene importantes observaciones sobre la concepción, organización y forma de la ciudad para que, siendo bella y sana, responda al plan divino y favorecer la perfección del buen cristiano: «La ciudad material bien ordenada en el mundo es imagen y figura de la ciudad celestial y aquélla nos representa en esta vida como si fuera un bello reflejo». Es fácil deducir la importancia que para Eximenis tiene la ciudad modelada a partir de estos principios y de su aplicación a la realidad urbana más inmediata: la Valencia de finales del siglo XIV, reformada para dejar de ser ciudad morisca (imperfecta) y convertirse en ciudad cristiana (modélica) (Delfante, 2006:118)

Dicho anhelo constructivo como metáfora de la construcción del buen cristiano, lo encontramos en distintos puntos como cuando se aborda la hagiografía como pretexto; es el caso de la vida de Santa Bárbara, representada en multitud de ocasiones como comitente de la construcción de su propia torre, como podemos ver en el Retablo de Santa Bárbara (1410-1425) de Gonçal Peris Sarrià (MNAC, Barcelona) o en el Retablo de Cocentaina (Figura 7: Retablo de Santa Bárbara. Cocentaina, Valencia. (1378-1387)) donde destacaría al personaje sobre el andamio que está girando la rueda que tensiona la cuerda de la polea, con el fin de elevar el material que le ha dispuesto el albañil junto a la Santa.

Del mismo modo, la construcción de lugares santos o para contemplación y consagración de Dios, también se imbuyen de dicha aspiración; un bonito ejemplo lo encontramos en la siguiente escena de transporte de piedra para la construcción de un monasterio. (Figura 8: Construcción de un monasterio. Nicolás Francés, Abadía y Santuario de Montserrat (circa 1435). Barcelona. (Extraído de Navascués, 2008)) En una cantera representada de manera muy sintética (a tenor de las montañas escarpadas), vemos a los personajes emplazados a la izquierda cargar el sillar en una carreta tirada por bueyes, y en el lado derecho, una carreta idéntica descargando la carga sobre un montón de piedras.

Figura 7. Retablo de Santa Bárbara. Cocentaina, Valencia. (1378-1387)

Figura 8. Construcción de un monasterio. Nicolás Francés, Abadía y Santuario de Montserrat (circa 1435). Barcelona. (Extraído de Navascués)

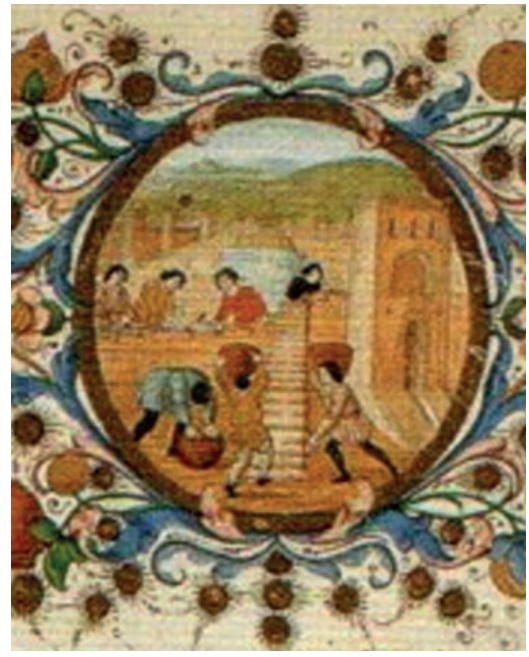


Figura 9. Éxodo, *Biblia de Federico de Montefeltro*. Roma, Biblioteca Apostólica Vaticana, Urb.lat. 2 vol, fol 27 recto. (1476-1478)

A lo largo y ancho del Mare Nostrum encontramos ejemplos que ponen de relieve esa pervivencia de emplear pasajes bíblicos para representar la efervescente actividad constructiva de la época, tales como la escena del Éxodo (Figura 9: Éxodo, Biblia de Federico de Montefeltro. Roma, Biblioteca Apostólica Vaticana, Urb.lat. 2 vol, fol 27 recto. (1476-1478)) donde los israelitas están levantando el muro de una muralla, que continua al final de la escena y que la flanquea una torre; pese a las diminutas dimensiones del medallón, se distingue perfectamente los ladrillos que conforman el lienzo, la rampa para la movilidad de los operarios y el transporte de los materiales a hombros de los peones. También continúa siendo recurrente el caso de la torre de Babel, como el conocido mosaico de la catedral de Monreale o la de la Suma de todas las Crónicas del mundo (Figura 10: Construcción de la Torre de Babel. Supplementum Chronicarum, f.12.v. Venecia, 1490 (traducida posteriormente al castellano por Narcís Viñoles y publicada en Valencia en 1510 bajo el título Suma de todas las crónicas del mundo). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia.) que supone un maravilloso despliegue de los distintos oficios que intervienen en la construcción, al igual que su disposición a pie de obra. Podemos ver peones que amasan, que transportan y que reciben material, carpinteros, talladores, canteros, albañiles e inclusive al maestro de obras dando indicaciones, cada uno en un lugar de trabajo diferente e incluso al amparo de una logia (en el último plano de la escena)

Sin embargo, se llega a un punto de inflexión cuando lo representado tiene una correspondencia con la realidad que lo alumbra y ha llegado a nuestros días, como sucede por ejemplo con la representación de la fortificación de Rodas (Figura 11: Visita del Gran Maestre Pierre d'Aubussonde a la fortificación de la ciudad de Rodas, Gestorum Rhodie obsidionis commentarii. Latin 6067, fol.9.v. Paris, Bibliothèque Nationale de France (1482-1483)) cuya estructura es idéntica a la Puerta del Mar y a la del Palacio del Gran Maestre. En la miniatura se puede apreciar otro estadio dentro de la actividad constructiva y es el de la supervisión de las obras; mientras

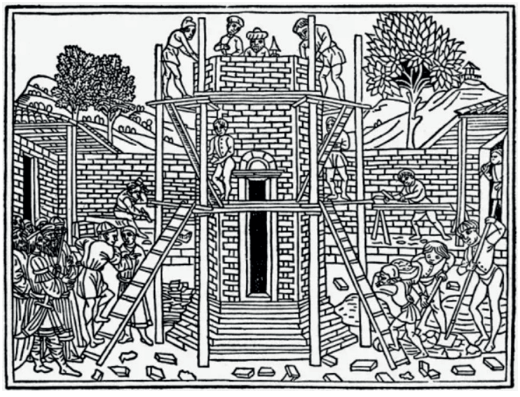


Figura 10. Construcción de la Torre de Babel. *Supplementum Chronicarum*, f.12.v. Venecia, 1490 (traducida posteriormente al castellano por Narcís Viñoles y publicada en Valencia en 1510 bajo el título Suma de todas las crónicas del mundo). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia

Figura 11. Visita del Gran Maestre Pierre d'Aubussonde a la fortificación de la ciudad de Rodas, Gestorum Rhodie obsidionis commentarii. Latin 6067, fol.9.v.Paris, Bibliothèque Nationale de France (1482-1483)

en un segundo plano no cesa la actividad, ante el Gran Maestre se personan quienes (suponemos) deben ser los maestros de las distintas disciplinas, a juzgar por sus atributos y herramientas, entendemos que para rendir cuentas a quien sufraga.

Una correspondencia semejante es la que encontramos en la ejecución de la torre del Beverello (Figura 12: Construcción de la torre del Beverello del CastelNuovo. Miniatura del códice De Majestate de Iunanio Maio. MS. Italien 1711, fol.114.v. Paris, Bibliothèque Nationale de France (1492)) pudiéndose admirar en Nápoles. A destacar en ella el detalle de la base de las torres y del ingenio para elevar el peso del canasto. Una máquina compuesta por una rueda, activada a modo de cabestrante, que necesita la fuerza motriz de dos personas para accionarla.

Estos ejemplos son una muestra de lo que también encontraremos en tierras valencianas y que abordaremos al final del siguiente epígrafe.

> ..la puerta es esta de Quarte, aquí dio Venus, y Marte una divina influencia…
>
> LEONATO
>
> Esta, Erífila, es Valencia,
> la puerta es esta de Quarte,
> aquí dio Venus, y Marte
> una divina influencia.
> Estos son sus altos muros,
> y aqueste el Turia, que al mar
> le paga en agua de azahar
> tributo en cristales puros.
> Aquel es el sacro Aseo
> y este el alto Micalete.

En los versos del Acto I de la comedia teatral de Lope de Vega, *Los locos de Valencia* (circa 1590), Leonato, personaje que llega a la ciudad junto a Erífila huyendo del padre de ésta, se maravilla al ver la entrada de Valencia. Se refiere a la puerta de la muralla que miraba hacia Castilla, Torres de Cuarte, y elogia la ciudad describiendo sus altos muros y la fortaleza del recinto. Lope las describe como soberbias y destaca su carácter defensivo, al ser influidas por la mismísima Venus (diosa romana de la belleza) y Marte (dios romano de la guerra), respectivamente.

Estas menciones sirven para situar al espectador en la Valencia de finales del siglo XVI, recalcando que es una ciudad fuerte y protegida, lo que contrasta

Figura 12. Construcción de la torre del Beverello del CastelNuovo. Miniatura del códice De Majestate de Iunanio Maio. MS. Italien 1711, fol.114.v. Paris, Bibliothèque Nationale de France (1492)

con el caos interno de los personajes que buscan refugio en el hospital de locos.

Para Erífila, ver las torres significa haber llegado a un lugar seguro donde esconderse junto al que ella cree ser su amado (aunque irónicamente terminará refugiada en el manicomio), es una metáfora en letras del propósito que transmitían dichas construcciones.

El propio Fénix de los ingenios, cuya relación con Valencia fue de amor y odio a lo largo de toda su vida, plasma con su pluma lo que otros artistas gráficos realizasen coetáneamente. Es el caso del flamenco, Anthonie van den Wijngaerde (1525-1571), dibujante conocido por sus paisajes urbanos panorámicos. Merecen un artículo aparte las vistas sobre la ciudad de Valencia que realiza, con todos sus portales pormenorizados convirtiéndose en un testigo imprescindible para el estudio de la muralla.

Sus dibujos e incluso esbozos son de una meticulosidad tan minuciosa que aportan detalles valiosísimos para la reconstrucción gráfica de los elementos desaparecidos.

Si realizamos un ejercicio comparativo podemos ver cómo ha cambiado el modo de representación del mismo portal a lo largo del discurso de la comunicación (Figura 13: Portada de la edición del Regiment de la Cosa Pública, de Francesc Eximenis, impresa en Valencia (1499), fol. 1.v. Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia.

Confrontadas tenemos la portada del *Regiment de la Cosa Pública* (sobre el que hemos hablado en el epígrafe anterior) y un dibujo preparatorio de Wijngaerde, En la obra del siglo XV, los jurados se disponen en un burdo intento de perspectiva hacia la entrada de la ciudad, en una desproporción (que mantiene vivo los cánones estilísticos del gótico, haciendo perdurar la corriente artística con la que el reino está alcanzando su cénit) donde no hay lugar a cuestionarse que por encima del poder civil y terrenal, está el religioso y celestial, otorgando un protagonismo al ángel custodio y al franciscano que reviste la idea de civitas caelestis. A su vez, el prolijo trabajo de delinear todos los sillares refuerza la idea de fortaleza, del mismo modo que la tracería y el escudo de la ciudad hablan del delicado decoro de la misma.

Sin embargo, el dibujo que 64 años después confecciona el neerlandés está despojada de cualquier consideración ideológica, centrándose sólo en captarlo de un modo pseudocientífico. Si bien es cierto que está tamizado por el filtro de la mirada del artista, éste se centra en captar la robustez de los volúmenes, la disposición y enclave como una instantánea.

No obstante, destila más objetivismo que la vista de pájaro de Beuter, heredera de las representaciones medievales de los sellos y blasones que ensalzan la muralla y sus puertas como sello de identidad, como hiciera Borriana, Onda o Morella[6].

Pero, retomemos nuestro *storytelling*, que habíamos dejado dos epígrafes atrás con la toma de Balansiya; tras la contextualización de la representación de la actividad constructiva en ejemplos de tierras mediterráneas, cabe recordar que Valencia se convertirá en un *hub* constructivo de las corrientes de finales del medievo e inicios del renacimiento, gracias a la confluencia de inquietudes científico culturales que se verán materializadas por estudiosos y apoyadas por promotores que confían en el cambio transformador en que se encuentran inmersos y dará como fruto obras que se convertirán en admiración, traspasando fronteras y épocas, como indica Serra (2011, 58).

De la mano de estos avances en la estereotomía de la piedra y de la necesidad de la precisión de la puesta en obra, nacerán las mayores novedades en el campo de la tecnología, como es el diseño de máqui-

(a)

(b)

(c)

Figura 13. (a) Portada de la edición del *Regiment de la Cosa Pública,* de Francesc Eiximenis, impresa en Valencia (1499), fol. 1.v. Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia. (b) Fragmento del dibujo preparatorio de Anthonie van den Wijngaerde del portal de Serranos (1563). Österreichische Nationalbibliothek de Viena, Cod. Min.41,f.1. (c)Grabado de la Primera Parte de la Crónica General de Pere Beuter. Vista de Valencia, Libro I, Capítulo XVIII, fol.54v. (1546). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia)

nas elevadoras en la construcción. De hecho, en Valencia a partir del 1440 el desarrollo de las máquinas y de la estereotomía corren en paralelo,[7] consolidándola como centro neurálgico de la vanguardia.

Volvamos a la obra de Beuter (Figura 4: Xilografía de la Primera parte de la Crónica General de Toda España y especialmente del Reyno de Valencia de Pere Antoni Beuter, Libro Primero, folio 1r, (1546). Valencia, Biblioteca Histórica de la Universidad de Valencia.) cuyo artífice ha estructurado magistralmente el orden de las imágenes, situando al inicio de la página la colosal obra cristiana que se erige sobre la destruida muralla islámica del final del folio. No se escatiman detalles en mostrar un catálogo de grúas, desde las más sofisticas a las más sencillas; las logias de los distintos oficios en un frondoso mapa de todas las disciplinas; el transporte mediante animales; un despliegue de técnicas desde la estereotomía al tapial con sus encofrados; y toda una frenética actividad al unísono para acometer la faraónica obra de, posiblemente, el portal de Quarte (dada la posición del mar) Pero no es simplemente un alarde constructivo, es un claro mensaje del poderío económico, tecnológico y artístico que respira la ciudad gracias al buen gobierno cristiano. No es casual que se haya dejado en pie una de las torres cuadradas islámicas, (de material más pobre, por agravio comparativo con los sillares que luce el portal) cuya silueta se ve enclenque, es la inferioridad musulmana frente a la grandeza cristiana de la ciudad que predicaba Eiximenis.

Conclusión

Nos hemos aproximado someramente a la creación de un relato iconográfico de la construcción, arquitectónica e ideológica, de los elementos defensivos que protegieron la ciudad de Valencia. Gracias al discurso creado por el leitmotiv de los distintos testimonios gráficos, podemos adentrarnos en la concepción con la se crearon para analizar mejor las obras desaparecidas y ser entendidos como fuente de primer orden, que arrojen luz donde la arqueología o la documentación no lleguen. El presente trabajo supone la introducción a próximos estudios donde se profundizará más en la investigación del hilo conductor de las representaciones de las facetas constructivas en los elementos defensivos y definitorios urbanísticos en la edad media.

Notas

1. https://www.palermo.edu/negocios/que-es-el-storytelling.html
2. https://universidadeuropea.com/blog/storytelling/
3. Califato de Córdoba, 4 de septiembre del 1003 – Almería o Valencia, Taifa de Almería, 1085) fue un geógrafo andalusí, autor de un compendio geográfico-histórico sobre la Marca Superior de Al-Ándalus.
4. Libro *XII del Crestià (*escrito entre el 1381 y el 1386), capítulo CX, de Francesc Eiximenis.
5. Francesc Eiximenis (1327-1409), monje franciscano que cursó estudios de teología y residió en diversas capitales europeas (Colonia, París, Oxford, Roma) antes de instalarse en Valencia en 1382, donde llevó a cabo una extensa labor como autor de numerosas obras, llegando a alcanzar un gran prestigio e influencia social y política en su tiempo.
6. Ésta última, cuenta con la Puerta de San Miguel, que sigue el mismo patrón que el portal de Serranos y que la Porta Reial del Monasterio de Poblet.
7. Un ejemplo es el documento del pago (datado el 5 de septiembre de 1448) por los elementos metálicos, entre los que se encuentra *hun pern gran e gros acerat, lo qual se ha de engastar en lo arbre de la dita grua sobre lo qual lo dit arbre deu ballar* para la construcción de una grúa necesaria en la obra de la Capilla Real del antiguo convento de Santo Domingo de Valencia. El tipo de grúa descrito debe ser una grúa de árbol o eje móvil, una de las novedades de la maquinaria medieval cuya mayor ventaja era la de posibilitar el emplazamiento exacto de la obra en carga, precisión necesaria para cerrar una bóveda de compleja estereotomía. (Zaragozá; Gómez, 2007: 202)

Lista de referencias

Beuter, Pere Antoni [1544] 1982. *Crónica*. Ed. Enric Iborra. Valencia: Institució "Alfons el Magnànim". Diputació Provincial de València.

Delfante, Charles. 2006. *Gran Historia de la ciudad. De Mesopotamia a Estados Unidos.* Madrid: Abada Ediciones.

Eiximenis, Francesc. [1384-1385] 1983. *Lo Crestià* Ed. Albert Hauf. Barcelona: Edicions 62.

Fernández Correas, Lorena. 2022. *La iconografía medieval en el estudio de los medios auxiliares en la construcción: materiales, herramientas y oficios*. En *Actas del Duocécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de la construcción. Vol.I.* Mieres. Instituto Juan de Herrera.

Fernández Correas, Lorena. 2024. *Una aproximación a la construcción de las murallas y sus torres en el imagina-*

rio medieval: la iconografía como espejo de las épocas. En *Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Santo Domingo. Instituto Juan de Herrera.

Navascués, Pedro (Coord).2008. *Ars Mechanicae*. Madrid: CEDEX. Ministerio de Fomento.

Serra Desfilis, Amadeo. 2011. *Promotores, tradiciones e innovación en la arquitectura valenciana del siglo XV*. Madrid: Goya: revista de arte, nº 334.

Zaragoza Catalá, Arturo; Gómez- Ferrer, Mercedes (Coord).2007. *Pere Compte Arquitecto*. Valencia. Ayuntamiento de Valencia y Consorcio de Museos de la Comunitat Valenciana.

Índice de Autores

Acale Sánchez, Fernando 1
Addis, Bill 13
Alba-Álvarez, Rubén 621
Alberti, Liuba 207
Alonso Hernández, Jorge Ernesto 25
Alonso, Miguel 647
Amorós, Samuel 571
Andrés Ferrero, Marta 117
Antuña Bernardo, Joaquín 35
Arboix-Alió, Alba 635
Arteaga Botero, Gustavo Adolfo 45
Atienza Fuente, Javier 53
Azevedo Salomao, Eugenia María 61
Baños Oliver, Rosario María 559
Bares, María Mercedes 71
Bargón García, Marina 83
Bel Borja, Paloma 325
Bellido Pla, Rosa 93
Blánquez, Juan 207
Bueno Bleda, Antonio Manuel 723
Bühler, Dirk 107
Cabeza Prieto, Alejandro 117
Calvo López, José 733
Camino Olea, María Soledad 117
Cano Murillo, Enrique Martín 127
Carmona-López, Laura 137
Carrillo Sánchez, José María 591
Carvajal Alcaide, Rocío 775
Cejudo Collera, Mónica 145
Chacón Guerrero, María del Carmen 155
Chamorro Trenado, Miquel Àngel 293
Chiovelli, Renzo 167
Chu, Minghong 177
Contreras Lara, Carla Adriana 189
Contreras Padilla, Alejandra 197
Correa Díaz, Matías 463
Correa, María Victoria 207
De Angelis, Arianna 217
De Jesús Gallegos Ruiz, Eder Antonio 227
Del Cueto, Beatriz 235
Díaz del Campo Martín-Mantero, Ramón V. 249
Escobar González, Ana 93
Etxepare Igiñiz, Lauren 259
Fernández Correas, Lorena 883
Fernández Ramírez, Norbisley 271
Fuentes, Paula 281
Gallart i Figueras, Quim 293
García García, Rafael 303
García Muñoz, Julián 757
García Sáez, Joaquín Francisco 315
García Yero, C. Adela 271
García-León, Josefina 339
Garlock, Maria E. M. 423
Gil Brignardello, Daniela 463
Gil Crespo, Ignacio Javier 325
Gómez Zanabria, G. 871
Gómez Capilla, Juan Manuel 339
Gómez Molina, Pedro 145
González Gottdiener, Isaura 349
Gonzalez Servín, María Lilia 361
González Soutelo, Silvia 591
Grancagnolo, Gabriele 797
Guerra-Pestonit, Rosa Ana 281
Häcki, Mathias 137
Hernández Hernández, Agustín 371
Herrero García, Estefanía 325
Herrero Vicent, Pasqual 611
Hidalgo Mora, Javier 381

Huerta, Santiago 389
Hurtado-Valdez, Pedro 403
Iborra Bernad, Federico 413
Jorquera Lucerga, Juan José 423
La Spina, Vincenzina 431
Lacoste, Pablo 207
Lizundia Uranga, Iñigo 259
Llorens, Joaquín Alfonso 611
López García, J. Jesús 445
López Mozo, Ana 647
López Patiño, Gracia 381
López-Pinto Marrero, José Victoriano 453
Maino Ansaldo, Sandro 463
Maira Vidal, Rocío 473
Mamani Fuentes, Francisco 485
Mancera Sánchez, Raquel 491
Mantecón Tagarro, Laura Guiomar 611
Marín Sánchez, Rafael 849
Marrero, Alain 499
Martín Civantos, José Mª 713
Martínez Aguilar, Gladys 509
Mayo Corrochano, Cristina 35
Mazzanti, Claudio 519
Méndez-Manjón, Irene 621
Mercedes Bares, María
Mileto, Camilla 767
Molotla Xolalpa, Pedro Tlatoani 127
Mora Vicente, Gregorio Manuel 529
Moya Olmedo, Pilar 537
Muñoz Sánchez, Pedro A. 547
Natividad Vivó, Pau 559
Navarro Moreno, David 431
Negro, Sandra 571
Núñez González, María 537
Palma, Giulia Maria 167
Pastor Altaba, María del Pilar 775
Pastrana Salcedo, Tarsicio 581
Pérez de la Cruz, Francisco Javier 591
Pinzón-Ayala, Daniel 599
Pitarch Roig, Maria 611
Plasencia-Lozano, Pedro 621
Pons-Poblet, Josep Maria 635
Rabasa, Enrique 647
Ramirez Lobos, Erika 463
Redondo Martínez, Esther 657
Rey-Rey, Juan 723
Rocchi, Vania 167
Ródenas López, Manuel A. 339
Rodrigues, Tiago 669
Rodríguez Culiáñez, Carmen 681
Rodríguez López, José Antonio 757
Rodríguez Martín, José Antonio 681
Rodríguez Oyarzabal, Itziar 259
Román Kalisch, Manuel Arturo 691
Rosado-García, María Jesús 635
Rotaeche Galiano, Miguel 701
Rouco Collazo, Jorge 713
Ruiz Carmona, Jacinto 723
Ruiz Fernández, Rita 621
Salcedo Galera, Macarena 733
Sánchez Rey, J. Agustín 743
Sanchidrián Ramos, Irene 757
Sandoval Gómez, Francisco 767
Sandoval González, Sandra 681
Sanfilippo, Giulia 797
Sanjurjo Álvarez, Alberto 775
Sanz, David 35
Sarmiento Ocampo, Jaime Alberto 787
Scibilia, Federica 797
Tormo Esteve, Santiago 381
Torres, Henry Eduardo 809
Torres Garibay, Luis Alberto 819
Valverde Abril, Javier 829
Vegas López-Manzanares, Fernando 767
Ventura Rodríguez, Hugo A. 839
Zaragozá Catalán, Arturo 849
Zayas Rubio, Lynne 859
Zúñiga Alfaro, Alvaro 871

ISBN 978-84-09-84450-0